出 版 说 明

《十万个为什么》这套书，一九六一年四月开始出版第一版，全书共为八册。

第一版八册出版后，读者纷纷来信，要求继续出下去。为了满足广大读者的需要，进一步充实内容，提高质量，从一九六四年起，我们对这套书作了全面修订，一九六五年出版第二版，在原来八册的基础上扩大到十四册。

一九七〇年六月起，对以前所出十四册再一次进行了修订，并增编了第十五至二十三册。各册的主要内容如下：

（1） 数学	（10） 动物
（2） 物理	（11） 植物
（3） 物理	（12） 植物
（4） 化学	（13） 医药卫生
（5） 化学	（14） 医药卫生
（6） 天文	（15） 体育
（7） 气象	（16） 体育
（8） 地理地质	（17） 军事
（9） 动物	（18） 军事

（19）人类史　　　　（22）生物史

（20）天体史　　　　（23）生物史

（21）地球史

由于我们的政治思想水平和专业知识水平的限制，在修订和编写中，一定会有不少缺点和错误，热诚地希望广大读者批评指正。

编　者

一九七七年十一月

目　录

为什么我们一定要建立强大的海军？

伟大的领袖和导师毛主席在1953年2月21日视察海军舰艇部队时，就明确指出："为了反对帝国主义的侵略，我们一定要建立强大的海军"。

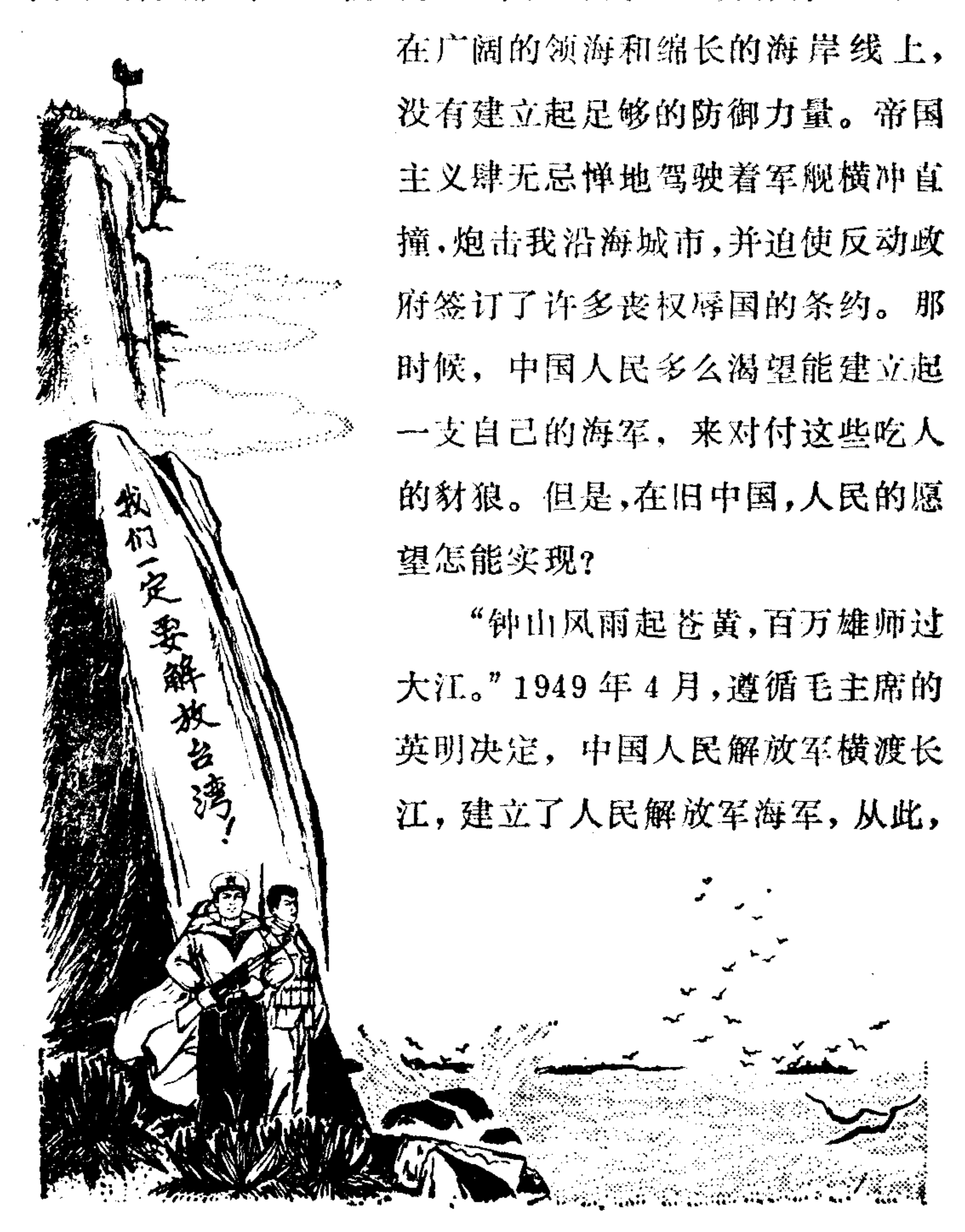
海军是国家武装力量的一个组成部分。我国的人民海军是中国人民解放军的重要组成部分。她与陆军、空军和民兵在一起，在中国共产党的领导下，为保卫社会主义革命和社会主义建设的成果，保卫国家领土、领海和领空主权的完整和安全而战斗着。

列宁多次指出，帝国主义就是侵略，就是战争。毛主席在1970年5月20日声明中指出："新的世界大战的危险依然存在，各国人民必须有所准备。"当前，苏修、美帝两个超级大国，为了争夺世界霸权，它们口头喊裁军，背地里却天天在扩军备战。

我国北起鸭绿江口，南至北仑河口，大陆海岸线绵长。我国海域辽阔，资源丰富，必须有一支强大的海军来保卫。

一百多年来，帝国主义不断侵略我国。1840年的鸦片战争，1900年的八国联军（英、法、日、俄、德、美、意、奥八国），都是从海上入侵的。旧中国历代反动政府腐败无能，在广阔的领海和绵长的海岸线上，没有建立起足够的防御力量。帝国主义肆无忌惮地驾驶着军舰横冲直撞，炮击我沿海城市，并迫使反动政府签订了许多丧权辱国的条约。那时候，中国人民多么渴望能建立起一支自己的海军，来对付这些吃人的豺狼。但是，在旧中国，人民的愿望怎能实现？

“钟山风雨起苍黄，百万雄师过大江。”1949年4月，遵循毛主席的英明决定，中国人民解放军横渡长江，建立了人民解放军海军，从此，

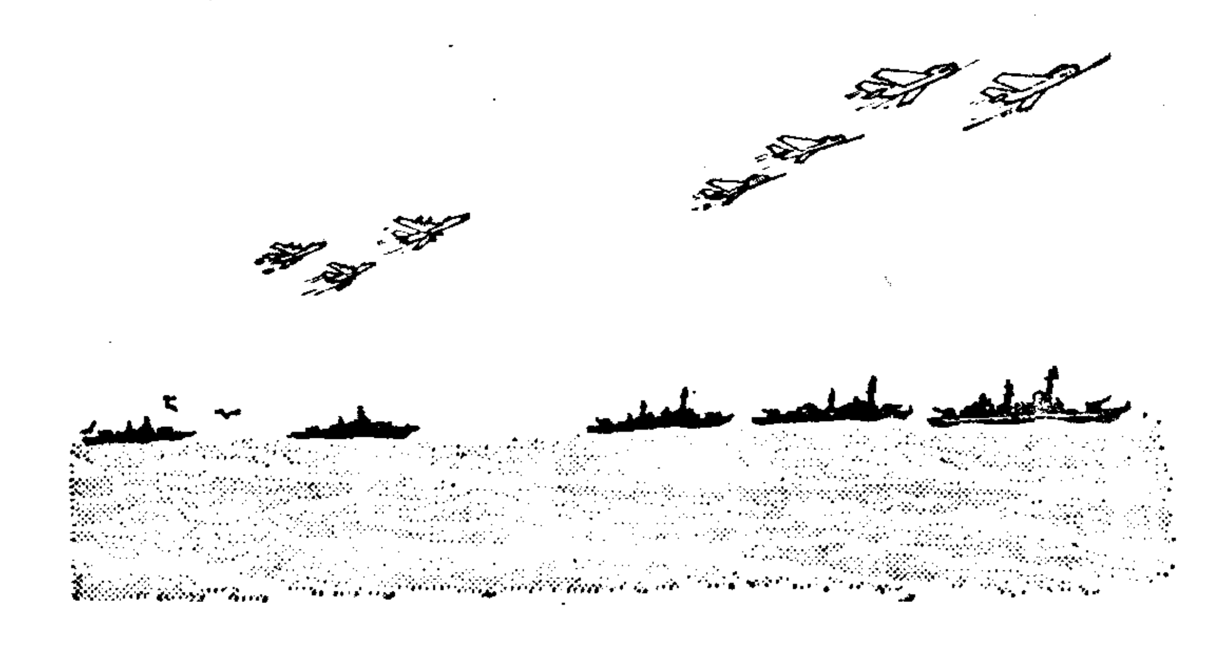


中国人民海军在战斗和建设中，不断成长壮大。

建国初期，我年轻的人民海军积极配合陆军，解放了沿海许多敌占岛屿，粉碎了蒋帮的多次窜犯，击沉、击伤不少来犯的敌舰。在祖国领海上空，英雄的人民海军航空兵，多次击落、击伤美帝和蒋帮前来窜扰的飞机，有力地保卫了祖国的领海和领空，保卫着我国社会主义革命和建设。

二十多年来，在毛主席革命路线指引下，经过全国人民的努力，我人民海军已经有了乘风破浪的舰艇，战斗在水下的潜艇，翱翔在碧海蓝天的战鹰和海岸防御的陆上多种兵力。

天高任鸟飞，海阔凭鱼跃。中国人民解放军海军航空兵，驾驶着空中银燕，凌空飞翔；水兵们操纵着舰艇，乘风破浪。人民海军日夜巡逻在祖国的广阔领空和海疆，随时准备解放祖国的神圣领土台湾省，保卫海上交通和渔业生产



的安全。

我人民海军将永远高举毛主席的伟大旗帜，在英明领袖华主席为首的党中央领导下，抓纲治军，揭批“四人帮”破坏我军现代化建设的罪行，切实地加强战备，加强国防科学技术研究和国防工业生产，把我军装备提高到新的水平。我们要继续努力，一定要把伟大领袖毛主席和敬爱的周恩来总理、朱德委员长以及老一辈无产阶级革命家开创的无产阶级革命事业进行到底！

为什么海军舰艇的种类那么多？

翻开我国战船的建造史，可以看到，我国是建造战船最古老的国家。早在公元前200年的西汉时期，已能建造不同的战船。有使用长矛弓箭的大型楼船，有能冲撞敌船的狭长船“艨冲”，有轻型的快船“赤马”，有用于侦察的“斥侯”，还有运送士兵登陆的“先登”等等。

随着工业和科学技术的发展，舰艇也得到了迅速的发展，有的是以火炮及舰载飞机为主的舰艇（如巡洋舰、航空母舰），还有的能从水面或水下攻击大型舰船的鱼雷艇、潜艇，随后又出现了具有防艇、防潜、防空能力的驱逐舰、护卫舰和猎潜艇等。

每种舰艇都有各自的特点，担负着不同的任务。根据舰

艇的航行状态，可分为水面舰艇和潜艇两大类。根据舰艇所执行的任务，可分为战斗舰艇和辅助舰船两大类。战斗舰艇是各种作战舰艇的总称，它包括航空母舰、巡洋舰、驱逐舰、护卫舰(艇)、潜艇、猎潜艇、导弹艇、鱼雷艇以及布雷、扫雷、登陆等舰艇。辅助舰船是指担负海上物资运输、技术保障等任务的各种舰船，如运输船、修理船、防险救生船、海道测量船、消磁船、拖船、航标船和医院船等。

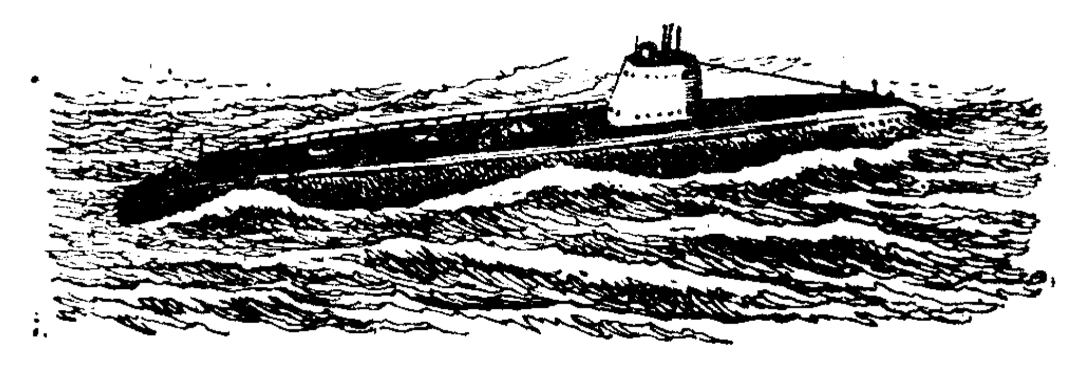
海军舰艇的种类为什么要那么多？

大家知道，汽车根据用途的不同，它的造型和结构也不一样。随着军事装备的不断改善，海战任务复杂，在大多数情况下，往往需要多种舰艇协同作战，在战术性能上相互取长补短，才能完成海上各种战斗任务。就拿现代驱逐舰来说吧，它虽能护航、侦察、警戒、布雷和实施导弹、火炮攻击等任务，但它不能担负扫雷任务。

为了完成各种战斗任务，需要建造各种类型的舰艇，使每一种类型的舰艇，都具有与它所担负的基本战斗任务相适应的战术性能。

潜艇，能在水下航行，主要装备是导弹、鱼雷和水雷，它能远离基地长期独立在海上进行战斗活动，以导弹或鱼雷攻击敌人的大型舰船或陆上目标，也可以担负反潜、布雷、巡逻侦察、封锁敌港口航道、输送人员和物资等任务。

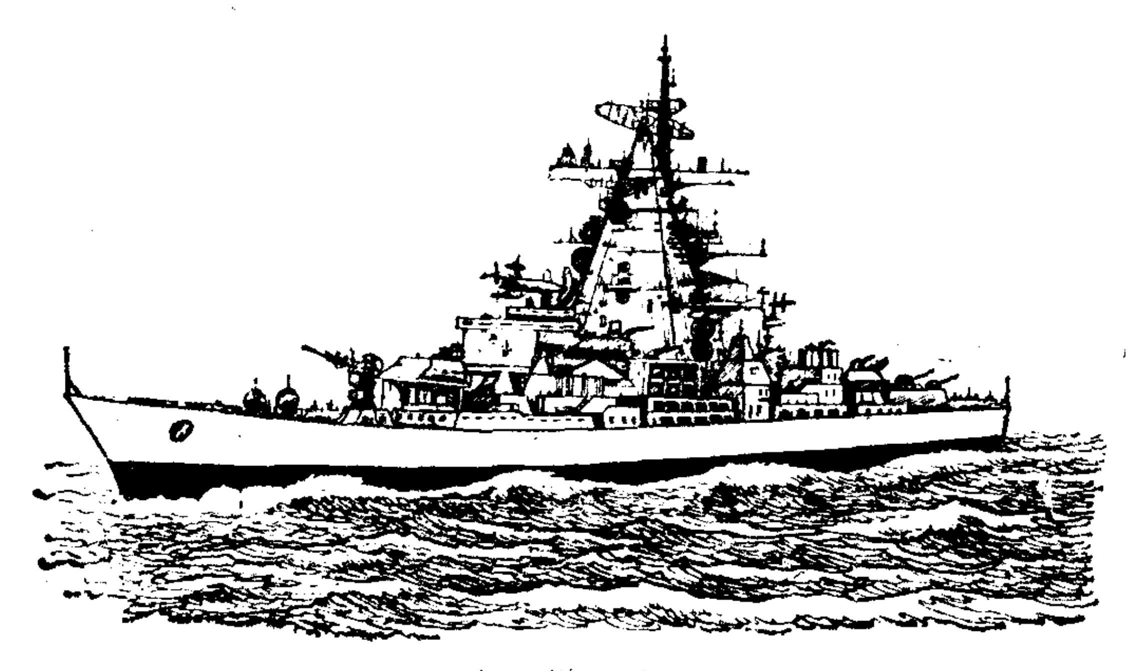
航空母舰，装有舰载飞机，并装备一定数量的大、中口



潜　艇

径火炮和导弹，主要在海上机动作战。按照执行任务的不同，分为攻击航空母舰、反潜航空母舰等。由于它的体积大，易遭对方舰艇、飞机的袭击。因此，航空母舰不宜单独活动，需要组织其他兵力加以掩护。

巡洋舰，是以火炮和导弹攻击敌人的舰船，能掩护其他舰船编队，破坏或压制岸上目标，支援登陆或抗登陆作战；还可以担任护航、巡逻等任务。但它的体积大，吃水深，迂回性能差，不宜在狭窄海区和浅水区活动；也容易遭到敌舰

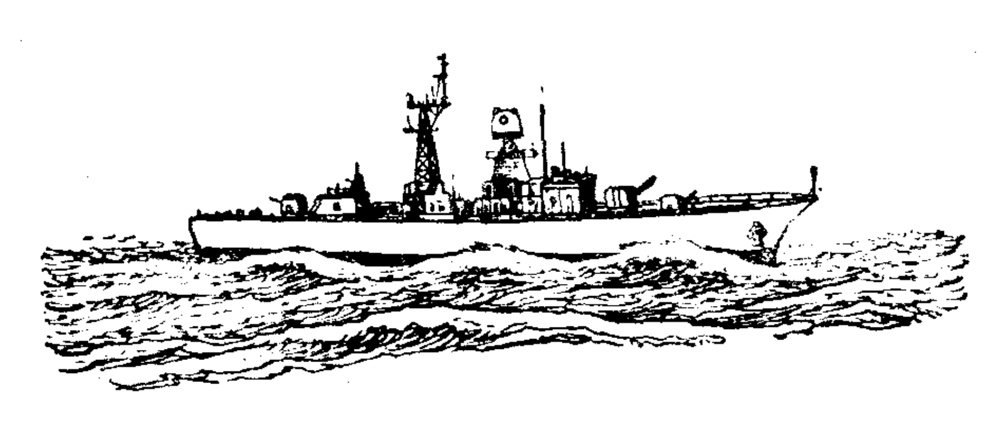


巡　洋　舰

艇或飞机的袭击。

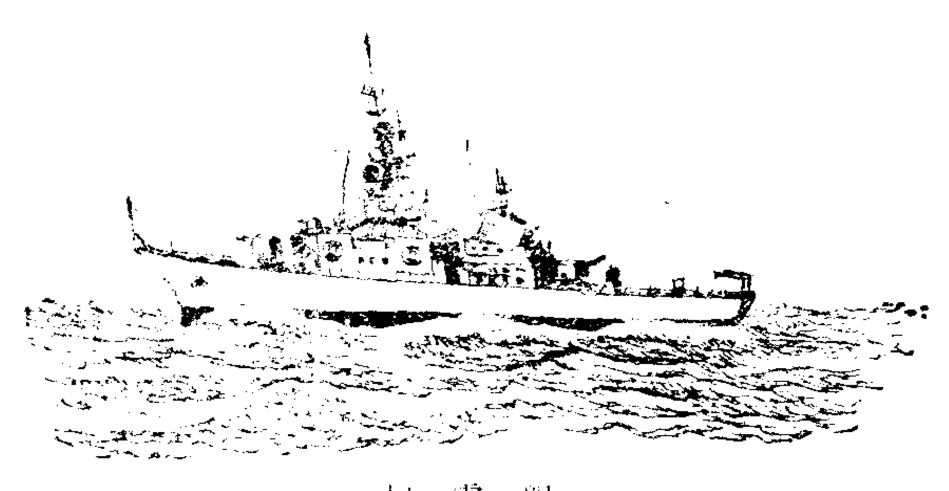
驱逐舰，是以火炮、鱼雷和导弹及反潜武器攻击敌舰艇，摧毁敌岸上目标，协同和保障其他中、小型舰艇对敌舰船实施突击，还可以担任反潜、布雷、护航、巡逻和警戒等多种任务。由于它的体积比较大，荫蔽性较差，易被敌在远距离上发现，遭到攻击。

护卫舰（艇），装有中、小口径的火炮，有的护卫舰装有导弹或鱼雷发射管，主要用来警戒战斗舰艇和输送船只，防止敌潜艇、鱼雷艇和飞机的攻击；或者协同导弹（鱼雷）艇歼灭敌人的大、中型舰船。另外，还可担负巡逻、护渔等任务。护卫艇体积小，吃水浅，机动灵活，但续航力和抗风力较差。



护 卫 舰

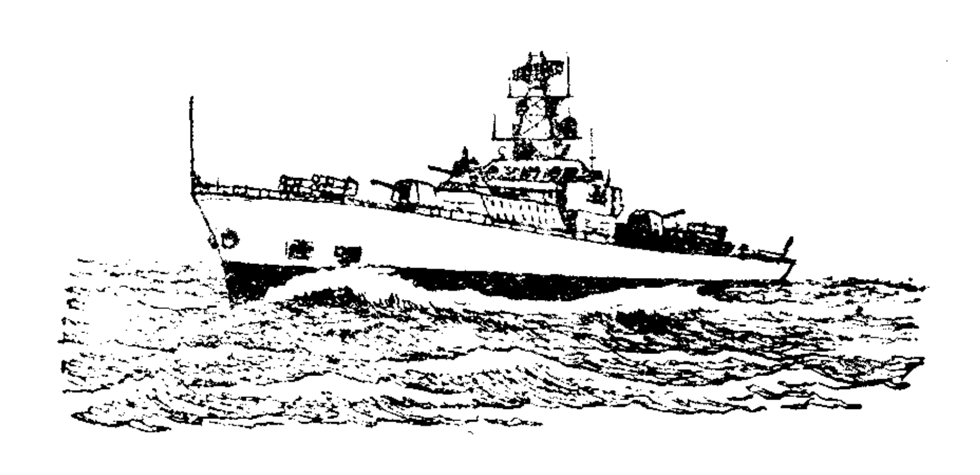
扫（布）雷舰（艇），是专门担负扫雷和布设水雷任务的舰艇，有较完善的扫（布）雷设备、航海设备和消除舰艇磁性的装置。扫雷时航速慢，火力较弱，在扫（布）水雷时，往往要其他兵力来掩护。



扫雷舰

登陆舰(艇)。由于吃水浅，舰(艇)底平坦，能运送登陆兵力、武器和物资，在无停靠设备的岸滩直接登陆。但登陆舰体积比较大，易遭敌潜艇和鱼雷、导弹的攻击。

猎潜舰(艇)。主要用来搜索和消灭敌潜艇，担负对潜防御，并可执行护航、巡逻、警戒任务。但它的火炮一般较少，

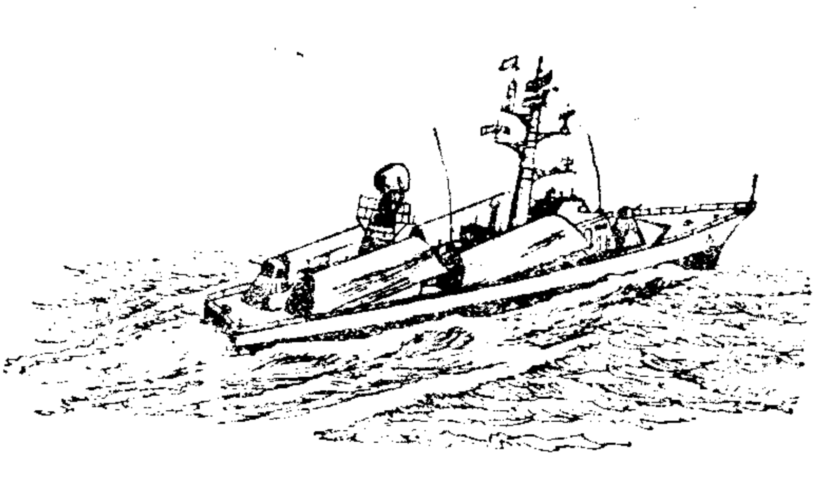


猎潜艇

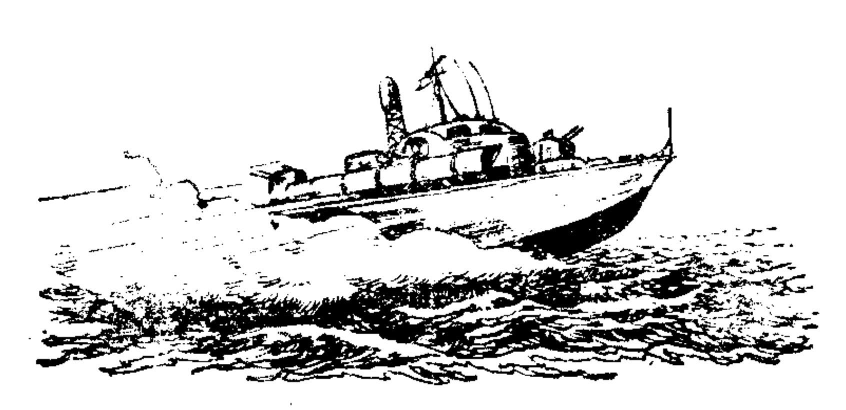
续航力也有限。

导弹(鱼雷)艇，可用导弹或鱼雷单独或协同其他舰艇歼灭敌大型舰船，还可担负输送侦察、爆破组等任务。它的

体积小，航速快，突击威力大；但抗风浪能力和自给力较差，防御力弱。


导弹艇

各种类型的舰艇，都按其特定任务，装备有专门的技术器材和作战兵器，以保证胜利完成它们所担负的任务。


鱼雷艇

舰艇上为什么要装备各种武器？

我英勇的人民海军舰艇部队，在保卫伟大祖国万里海疆的战斗中，不仅要歼灭从海面上来犯的敌舰艇，同时要击落从空中入侵的敌机，而且还要击毁窜入我领海的敌潜艇。这就要求我们的舰艇上，必须装备各种不同类型的武器。具有高度政治觉悟的我人民海军指战员，遵循毛主席关于

“集中优势兵力，各个歼灭敌人”的作战原则，根据具体情况，灵活机动地使用兵力和兵器，就能消灭一切敢于来犯之敌。

一般来说，歼灭远距离、大型的目标（如航空母舰、驱逐舰等），使用舰对舰导弹、鱼雷、大口径的舰炮或舰载飞机；歼灭近距离或机动性能较差的目标（如护卫舰、登陆舰、武装运输船等），就用近程导弹、鱼雷和舰炮；打击空中飞机或导弹，需用舰对空导弹或中口径的舰炮；击毁水下的潜艇，要用反潜导弹、反潜直升飞机、鱼雷、反潜火箭（即火箭式深水炸弹）和深水炸弹；封锁港湾、航道，就用水雷武器。这些威力巨大的武器，跟所有的劳动工具一样，也是在人类社会的斗争实践中逐步发展起来的。

舰炮出现得最早。当其他新式武器在海战中广泛使用后，相对地减低了舰炮的作用，但它仍然是海战中的一种基本武器。因为它的发射率较高，受气象影响较小，工作可靠，使用经济，对低空目标攻击方面比导弹有效，而且炮弹储藏量较多，在海战中可持续较长时间。所以舰炮还是目前水面舰艇不可缺少的基本武器。

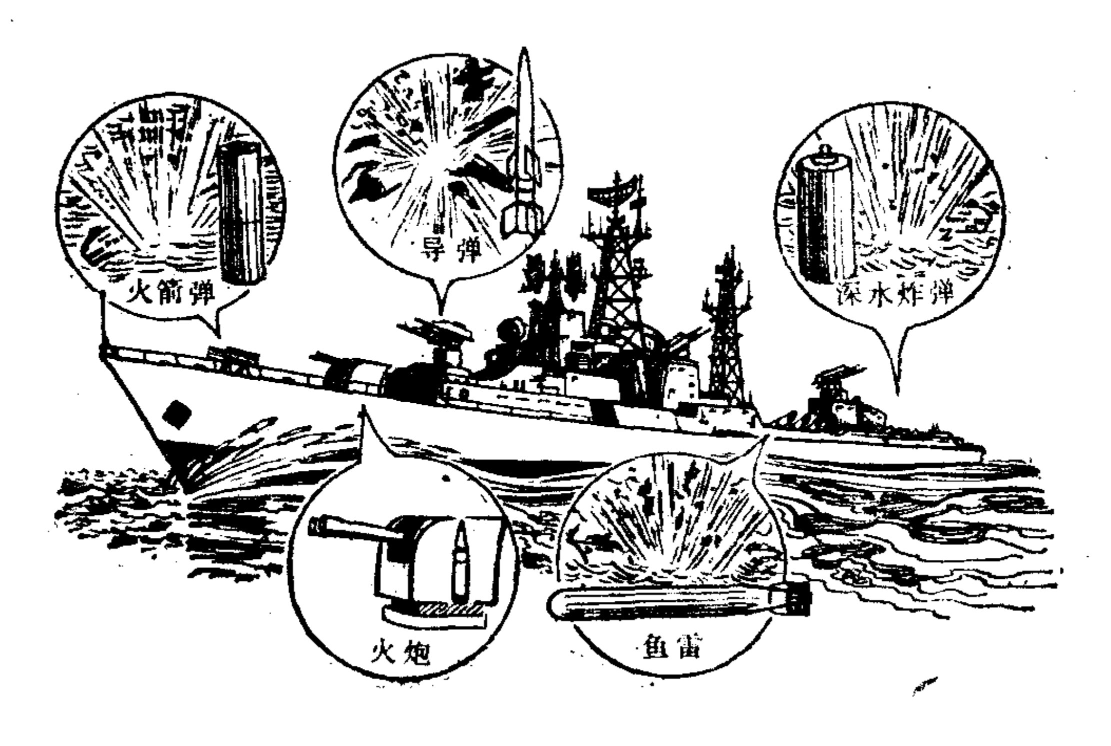
鱼雷象海中潜游的大鲨鱼，是一种具有较大威力的攻击武器。它能自动航行、自动控制深度和方向，它那装满炸药的脑袋，专门对付敌人的战斗舰艇和运输船只。它是海战中的重要武器之一。

水雷跟其他海战武器一样，在舰艇武器中占有重要位置。它能炸沉敌水面舰艇和潜艇，还可以用来封锁海区、港口和航道，限制敌舰艇的活动。

反潜火箭和深水炸弹，是在与潜艇作斗争中产生和发展起来的武器。根据需要，可自由规定它的爆炸深度，专门用来对付敌潜艇。

舰载直升飞机，主要是对付高速潜艇的。现在大、中型水面舰艇上，许多装有直升飞机反潜系统，用以扩大舰艇的反潜搜索范围，发挥直升飞机的快速机动性能，提高舰艇的反潜攻击能力。同时，还可以对付飞航式舰对舰导弹的制导中继站；还能执行救援、空中补给、人员运送和对水面目标的攻击等任务。不过，这种飞机容易受到对方的攻击。

导弹是一种会自动寻找目标的飞行武器，具有射程远，



命中率高，威力大，飞行速度快，受气候影响小等优点。它象一颗长了眼睛的炮弹，在目力看不见目标的情况下，依靠仪器的制导，能按预定弹道攻击固定目标，也能采取逐步逼近的路线，击中运动目标。由于导弹的体积大，所以舰艇的导弹储备量少，发射率也低，且易受干扰而失效。

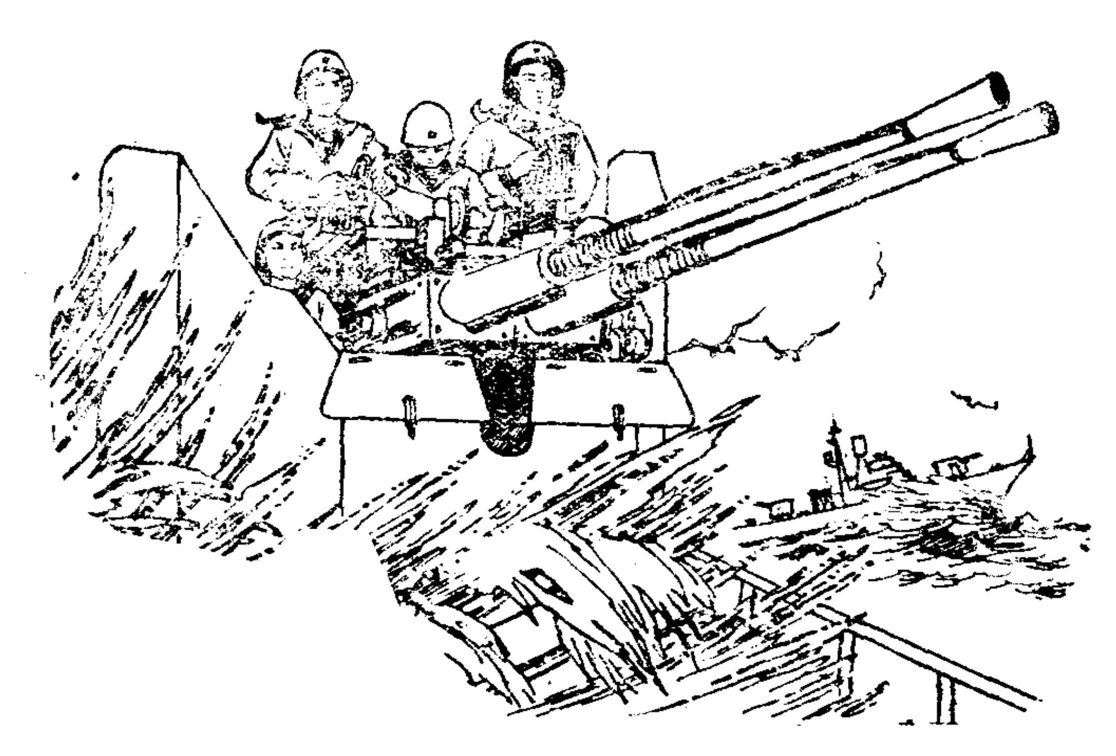
毛主席教导我们："武器是战争的重要的因素，但不是决定的因素，决定的因素是人不是物。"离开了人，最厉害的武器也不过是一堆废物。

当然，武器在战争中的作用，是不容忽视的。在毛主席军事路线指引下，为捍卫我国的无产阶级专政，解放我国神圣领土台湾省，我们一定要实现农业、工业、国防和科学技术的现代化。用毛泽东思想武装起来的人民海军战士，一定要熟练地掌握和使用手中武器，随时准备歼灭敢于来犯之敌。

为什么舰炮在风浪中也能打中目标？

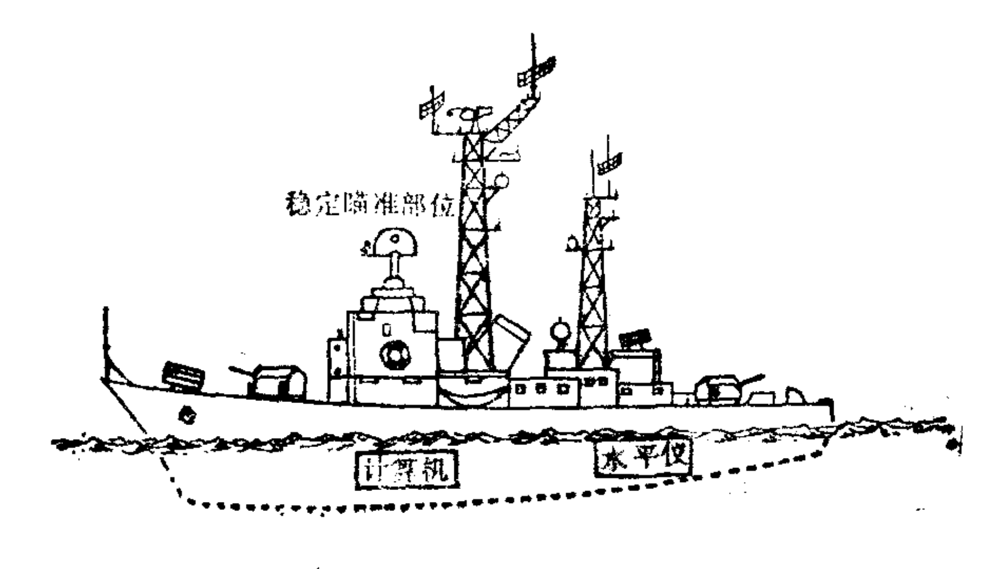
海军战士，以海为家，"不管风吹浪打，胜似闲庭信步"。他们不仅要战胜晕船，适应海上生活，还要在摇摆的舰艇上，稳、准、狠地打击敌人，完成党和祖国人民交给的光荣战斗任务。

炮要打得准，首先要瞄得准。陆地火炮炮架平稳，瞄准手从瞄准具中，比较容易对准和跟踪目标。而舰艇在风浪



中摇摆，舰炮的炮架也跟随舰艇摇摆，怎样打中目标呢？

原来，在舰炮的两边有两个瞄准具，还有两个可以上下或左右转动炮身的瞄准机。舰炮打得准不准，主要靠两个瞄准手，不管舰艇怎样摇摆，随时转动瞄准机，从瞄准具中紧紧盯住敌舰，及时地击发。在风浪中瞄准敌舰是比较困难的，但是，用马列主义、毛泽东思想武装起来的人民海军战士不怕晕船呕吐，从难从严，在风口浪尖摔打，勤学苦练，掌握了摇摆中瞄准的本领。他们曾经在海战中，

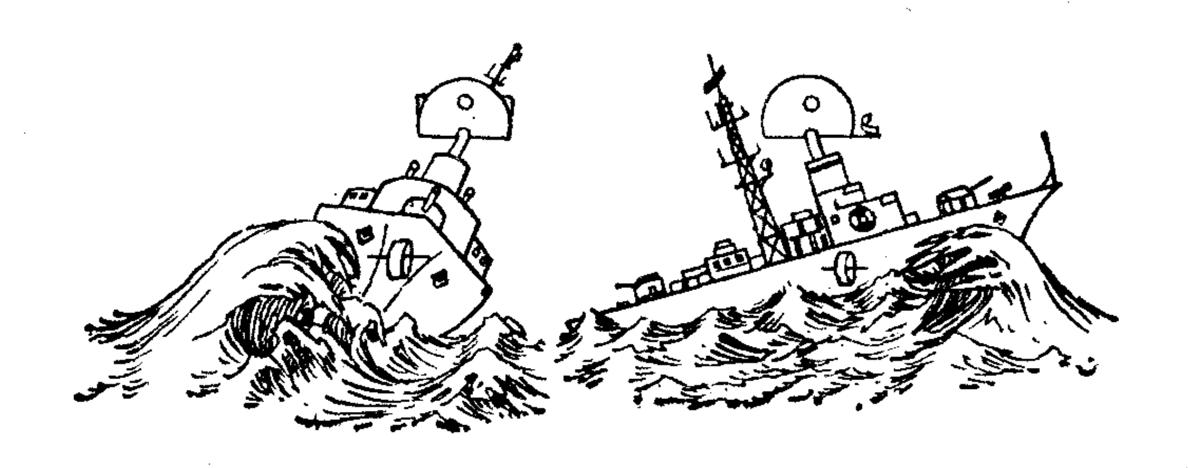


首发命中敌舰船驾驶台；在涌大浪高的黑夜中，把敌舰大炮打成哑巴。这都充分地表现了我人民军队的英雄本色。

在现代舰艇上，通常都装备有能够自动机算和控制舰炮瞄准射击的仪器，这种仪器叫做舰炮射击指挥仪。射击指挥仪由炮瞄雷达、计算机和带动火炮转动的执行机构等组成，有了它，舰炮就可以自动瞄准了。人们把炮瞄雷达的天线装在舰艇的“稳定瞄准部位”上，不致受风浪的影响，始终保持水平。

这是为什么呢？

原来，射击指挥仪系统中有一个水平仪，它主要由两对电动高速转子组成。一对转子的转轴与舰艏艉线平行；另一对转轴指向舰艇正横（与舰艏艉线垂直）的方向，都是水平的状态。当转子高速旋转时，水平仪的底座虽然跟随舰艇摇摆，但转轴依然保持原来的水平指向。它随时可以测出舰艇横摇和纵摇的大小。经过电信号的传送，控制“稳定瞄准部位”保持水平稳定。只要雷达一发现目标，不管风吹



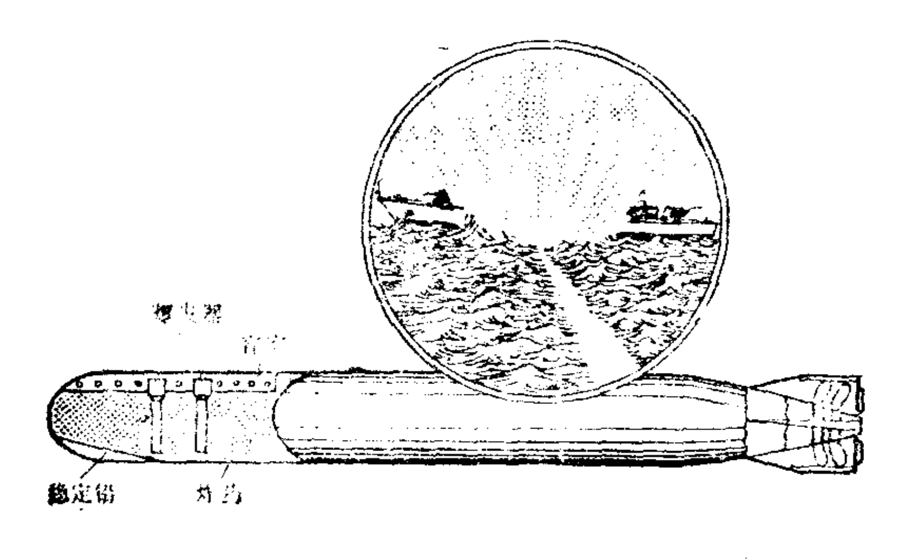
浪打，都能紧紧“咬住”目标，并自动跟踪瞄准。再通过传动系统，不断地将测得的目标坐标送到射击指挥仪的计算机，计算机可以根据各种仪器传来的我舰航向、航速和水平仪送来的摇摆角，进行摇摆修正，计算出射击要素，并将这些要素送到执行机构，执行机构将电信号变成机械转动，带动火炮旋回和俯仰，使火炮每时每刻准确地跟踪瞄准目标。舰炮上还有自动运弹、装填、退壳等机械，利用这些自动化设备，从发现目标开始，只需要十几秒钟就能进行反击。这就大大地缩短了武器的准备时间，以便对付敌人现代快速的袭击兵力和兵器。

为什么鱼雷能炸沉舰船？

鱼雷自十九世纪六十年代问世以来，在历次战争中，被世界各国海军广泛使用，取得了较好的效果。在两次世界大战中，被击沉的航空母舰共有 42 艘，其中 19 艘是被鱼雷击沉的，12 艘是被鱼雷和炸弹联合击沉的。

我人民海军，在海战中曾多次用鱼雷击沉敌人的舰船，建立过不少战功。

鱼雷是个细长的圆钢筒，圆圆的脑袋里装有好几百公斤烈性炸药和引爆装置，当鱼雷头撞上目标，或进入一定磁场、声场范围内，引爆装置就会引爆全部炸药，使鱼雷爆炸。



鱼雷是怎样把敌舰炸沉的呢？

大家知道，舰艇能浮于水面，是靠舰体所排开同体积的水量而获得浮力的。如果舰艇水线以下部位一旦被炸破，水会涌入舰艇内而沉没。鱼雷从发射管射入水中，能够自动地按原定的航向和深度，荫蔽地驶向敌舰艇，且在敌舰艇水线以下部位爆炸。一条普通装药的鱼雷爆炸时，能产生摄氏2000～3000度的高温和几十万个大气压的压力，在水中形成强烈的冲击波，使舰艇遭到严重的破坏而沉没。

鱼雷头不但能装普通烈性炸药，而且可以装原子炸药。

事物都是一分为二的。鱼雷虽然在水中对敌舰的威胁很大，但是由于它航程有限，不能远距离使用。我英勇的人民海军，发扬我军近战夜战的传统战法，能在距敌舰最短的距离内发射鱼雷，把来犯的敌舰艇葬入海底。因此人们把人民海军的鱼雷艇部队，誉为海上"爆破手"。

为什么鱼雷能象鱼儿一样在水中跑？

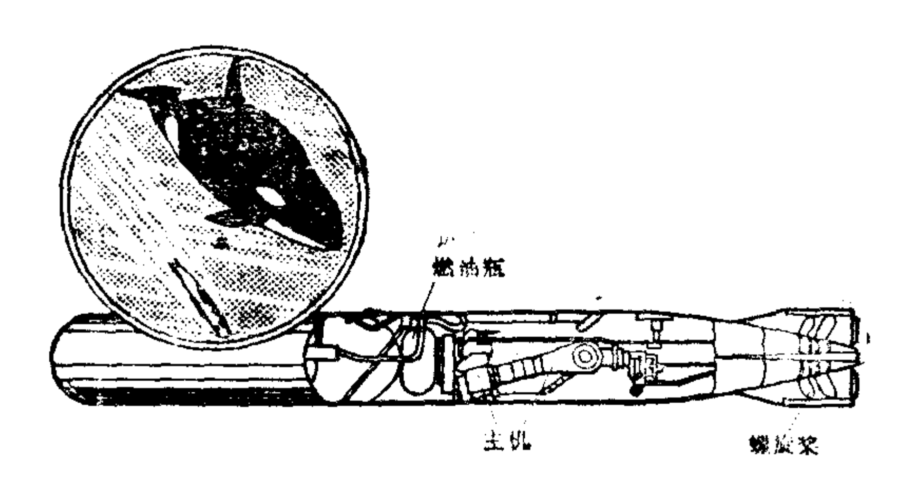
鱼儿在水中游，主要靠尾巴的摆动，产生前进的动力。

鱼雷靠什么动力在水中行驶呢？

原来，在鱼雷尾部装了一个能转动的螺旋桨，跟舰船的螺旋桨差不多。当鱼雷从舰艇、潜艇或者飞机上发射入水后，它肚子里的灵巧、精密的动力装置，就自动地开动，带动螺旋桨飞快地转动起来，从而产生推力，使鱼雷前进。目前鱼雷的动力装置分为三类：

一类是利用鱼雷头后面气舱里贮存的压缩空气、燃油和淡水造成一种混合气体，推动主机，带动螺旋桨转动，这叫蒸汽瓦斯推进。这种推进虽然能在短时间内发出大量的推进能量，但压缩空气中有五分之四是氮气，而氮气不溶于水，会跑出水面，留下鱼雷前进的航迹。同时，鱼雷在航行过程中，自身激烈振动所产生的音响（声波）较大，这也容易被敌舰艇发现而进行躲避。

另一类是1917年出现的用镍铬电池和银锌电池作电源，推动主机，转动螺旋桨，叫电动推进。由于电动系统是独立的，不需要向外排气，鱼雷航行时海面没有航迹，音响也小。自导鱼雷一般采用电动推进。但是电动推进造价



昂贵，电池容量也有限，因此，这类鱼雷航速比蒸汽瓦斯推进慢些，航程也就短了。

第三类是喷射推进。鱼雷的喷射推进有两种不同的发动机：一种是固体或液体喷射发动机（火箭发动机），它能自动地吸收压缩空气，并以较高的速度喷出，产生推力，使鱼雷前进；还有一种是水力喷射发动机，根据冲压喷射原理，吸入海水并高速向后喷出，产生的冲力很大，所以鱼雷的速度也快，但控制较困难，航程也相当短，为弥补这个缺点，使用时一般先用火箭把它送到敌舰艇的附近，然后潜入水中，借助本身自导装置导向敌舰艇。

鱼雷就是靠这些方法，推动近2000公斤重的身体，一分钟前进1000多米，速度比虎鲸还快两倍多哩。你看，鱼雷用这样大的速度冲向敌舰艇，敌人想逃掉是很困难的。

为什么鱼雷能在水中定向、定深航行？

在电影上，我们常看到一艘艘威武矫健的鱼雷艇，排列着整齐的队伍，犹如插上了一对对银白色的翅膀，劈波斩浪，昂首飞驰。只见一枚枚鱼雷冲出发射管，扎入水中，不见踪影，忽而"轰隆隆"巨响，敌舰冒烟下沉。

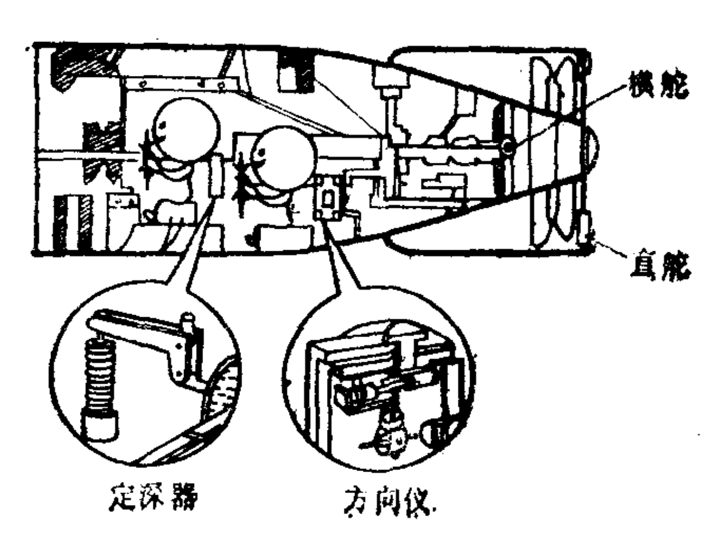
鱼雷的活动是根据指挥员的命令，按一定方向和一定水深在水中荫蔽行驶的。在海战中，鱼雷不掌握方向，就不

能打中敌舰；要想命中敌舰的要害部位，鱼雷必须在一定的深度航行。航行的深度过浅，容易暴露自己，敌舰发现后会避逃；航行的深度太深，又会在敌舰底下穿过，打不中敌舰。所以在鱼雷的尾部安装了两种舵：一种掌握方向的叫直舵；一种控制深浅的叫横舵。有了这两种舵，叫鱼雷朝那个方向冲，它就冲向那里；要它在多深的水中潜行，它就在多深的水里往前冲。

当然，这两种舵都不是由人去直接操纵，而是由鱼雷内部的方向仪和定深器来操纵的。方向仪主要是利用陀螺仪指向。鱼雷发射后，利用气体作动力，使陀螺仪的转子指向发射的方向高速转动。如果鱼雷在前进中偏离这个方向，鱼雷的方向与陀螺仪转轴方向便产生一个角度，方向仪控制的活塞就被打开，推动舵机中的活塞，直舵会产生一个舵角，纠正鱼雷的偏向，使鱼雷始终保持在原定的航向上前进。

为什么鱼雷又能在水中定深航行呢？

这是通过鱼雷的定深器，利用海水深度不同，其压力不等的原理而起作用的。当鱼雷航行的深度超过了预先装定的深度，作



用在定深器上的水压增大，定深器便发出信号，操纵横舵，使鱼雷向上航行；如果鱼雷航行深度不到预先装定的深度，作用在定深器上的海水压力减小，定深器也发出信号，横舵便会摆动，鱼雷就向下航行。

鱼雷利用这些精密的装置，使它能完全按指挥员的命令行动。当你瞄准敌舰，定好深度，把鱼雷发射出去，就能击中敢于来犯的敌舰船。

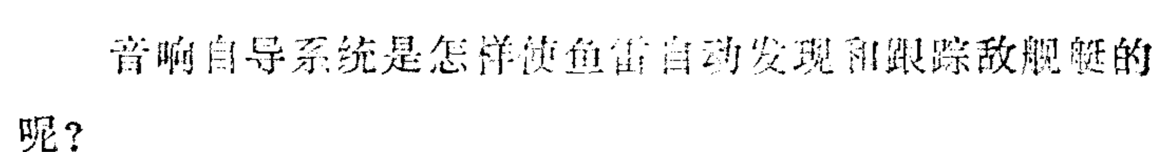
为什么有些鱼雷能自己寻找目标？

鱼雷被用作海战武器，已有一百多年的历史了。人们为了提高鱼雷的速度和命中精度，在它的动力和控制系统方面想了很多办法。为了让鱼雷发射后，能按照指挥员的命令，隐蔽在水中作匀速、定向、定深航行，准确地击中敌舰，不仅要求发射鱼雷的舰艇，必须占领有利阵位，而且要求瞄准得十分精确。否则，敌舰艇发现鱼雷航迹，立即进行躲避；或因瞄准、计算有点误差，鱼雷就难以命中敌舰艇。那么，有什么办法能使发射的鱼雷，象海狮捕鱼一样，使敌舰艇无法逃遁呢？

人们在生产斗争实践中，根据声波能在水中传播的原理，在第二次世界大战末期，研制成功一种能自动发现并跟踪敌舰的鱼雷，叫做“自导鱼雷”。它不是用无线电遥控来

操作，而是由它自己的“大脑”来操纵航向和跟踪敌舰艇的。

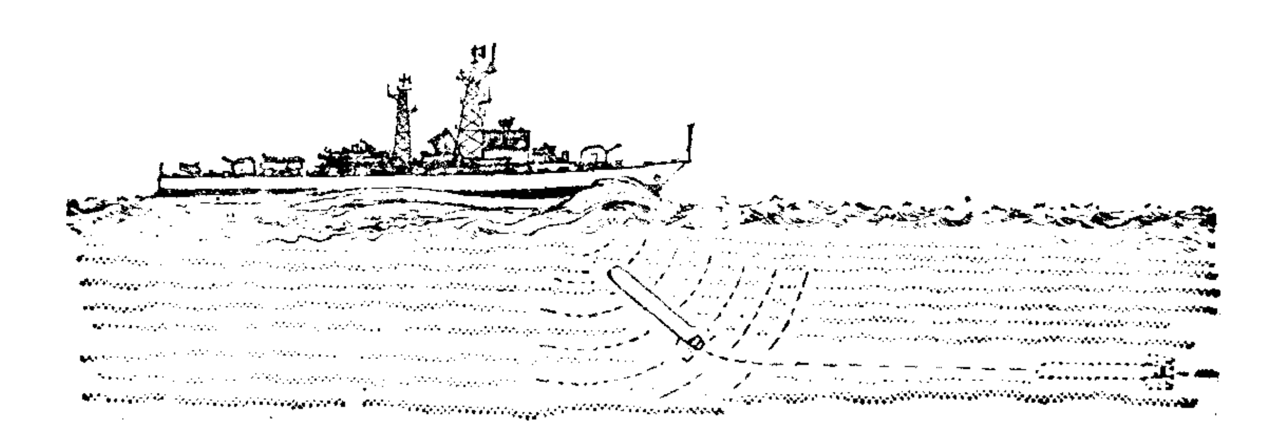
鱼雷的“大脑”，就是雷体前段的音响自导系统。



音响自导系统是怎样使鱼雷自动发现和跟踪敌舰艇的呢？

当你捉蟋蟀时，只要仔细辨别出蟋蟀发声的方向，就可以找到它的位置，把它捉到手。自导鱼雷同人们捉蟋蟀的办法相仿，它是利用敌舰艇航行时所产生的声场，而去发现和跟踪敌舰艇的。

舰艇在航行时，螺旋桨不停地转动和打水，就产生了声波，鱼雷的音响自导系统内的接收装置，收到传来的声波信号后，将声能转换成电能，从而产生电压，有了电压以后，音响自导系统便开始工作，自导鱼雷这就发现了敌舰艇。



自导鱼雷发现敌舰艇后，又是如何自动跟踪敌舰艇的呢？这就要看接收装置上四组对称线圈的本领了。因声波传来的方向不同，线圈所产生电压也就不同，于是形成电压差。当声波来自鱼雷左方，左组线圈产生的电压大于右组线圈所产生的电压；当声波来自鱼雷的右方，则右组线圈产生的电压大于左组线圈所产生的电压。由于电压的不同，使垂直舵产生一个舵角，鱼雷便向电压大的方向行驶。声波来自鱼雷的正前方，则左右两组线圈产生的电压相等，电压差为零，垂直舵就不产生舵角，鱼雷就一直向前行驶。对来自上方的声波，接收装置的上组线圈产生的电压大于下组线圈产生的电压，输送给横舵的电压是来自上方的，所以横舵摆动上浮舵角，使鱼雷向上航行；反之，鱼雷向下航行。

自导鱼雷是靠它的“大脑”来操纵掌握方向的垂直舵。控制上浮、下潜的横舵。鱼雷有了音响自导系统，象长了敏锐的眼睛和耳朵一样，只要在它的有效距离内，就能自动发现和跟踪从海上或水下来犯的敌舰艇，并把它炸沉海底。

为什么水雷能在水中爆炸？

水雷，顾名思义，就是水中的雷。

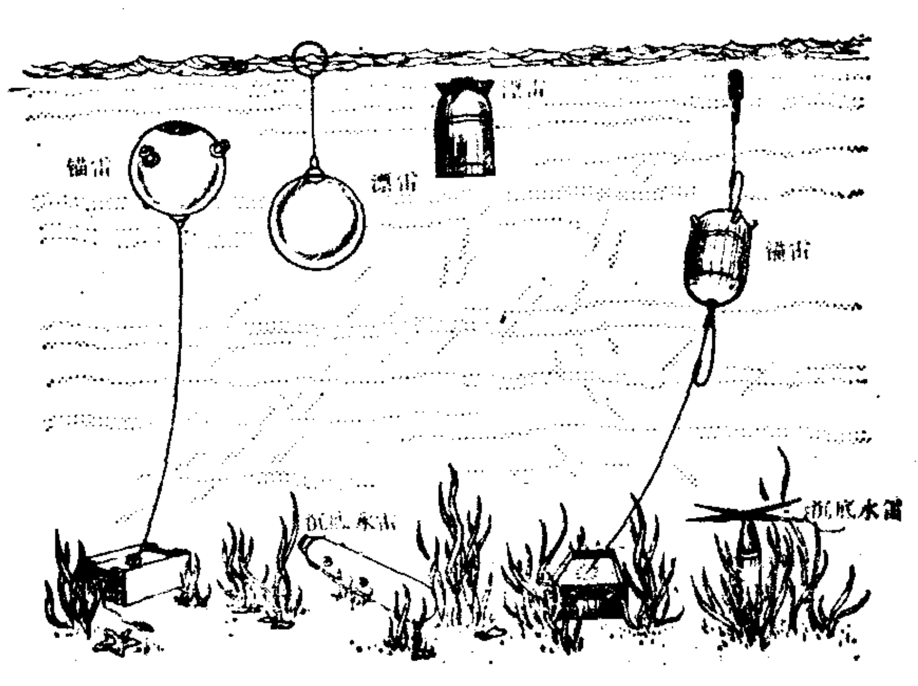
在现代战争中，水雷依然是各国海军常备的兵器之一。

它不但能用于防御战斗，掩护我方基地、沿海交通或重要地区，阻碍敌人舰艇的袭击、骚扰和阻止敌人登陆；而且还能用于进攻，例如：可以用飞机、潜艇或渔轮把水雷荫蔽地布设到敌基地、港口、水道，限制敌人在作战区内的机动自由和海上的航行。至于在各个战役、战斗中，还可以根据需要，进行机动布雷，以限制敌人，掩护我兵力的行动。

水雷种类很多，根据它们的起爆方法大致可分为两种：一种是舰船没有直接碰到它，也可以爆炸的，叫做“非触发水雷”，如磁性水雷、音响水雷、水压水雷等；另一种是要舰船触到它才能爆炸的叫“触发水雷”，如触角水雷和触线水雷等。根据它们的敷设状态，又可分为漂雷、锚雷和沉底水雷等多种。

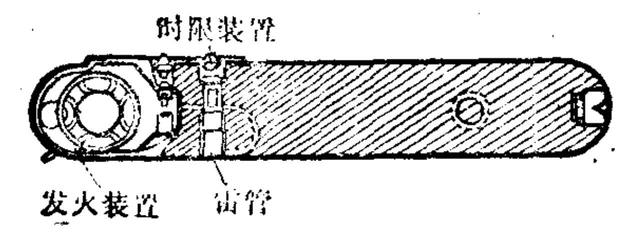
水雷布设在水中或海底，为什么能爆炸呢？

我们先看看非触发水雷。这种水雷装有非触发引信，只要舰船所产生的磁场、声场或水压场达到足够的强度，就会



引起水雷爆炸。地球是一个大磁体，舰船是用钢铁做成的，不论在建造或航行过程中，都会被地球磁场所磁化而使船体带有磁性。因此舰船的周围也形成了一定强度的磁场，当它航行到磁性水雷附近时，会使水雷爆炸。舰船航行时，主、副机都在工作，一方面会使船壳振动，另一方面螺旋桨击水会产生巨大的响声，还有船头击浪形成的噪声，这些就构成了舰船的声场。舰船跑到音响水雷附近，会使音响水雷发生爆炸。另外，舰船航行时，在它周围水的压力会发生变化，这个压力发生变化的区域，就是舰船的水压场。一定强度的水压场，会使水压水雷发生爆炸。

舰船所产生的磁场、声场或水压场，是造成磁性、音响、水压水雷爆炸的外因。水雷的引信装置，是它们爆炸的内因。这些外因是怎样通过内因而起作用的呢？

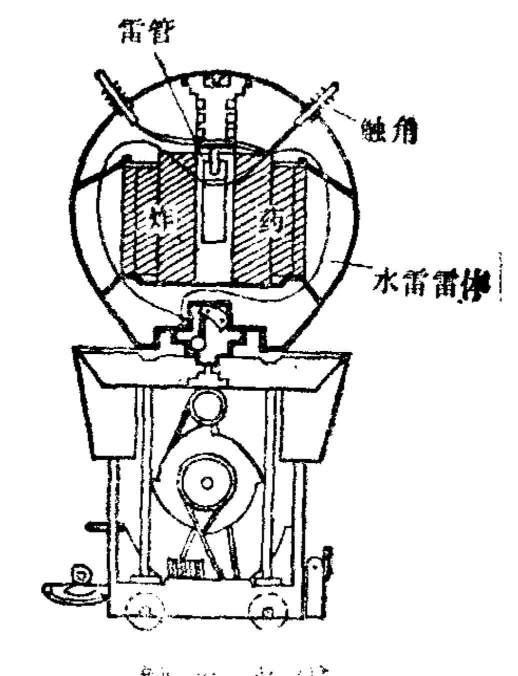


非触发水雷

磁性水雷，它的起爆装置中装有磁针，当舰船的磁场强度，能引起磁针摆动，接通起爆管电路后，水雷就会爆炸。如果是音响或水压水雷，它们的起爆装置中，就分别装有音响接收器或压力计等，一旦舰船从它们的上面或旁边驶过时，音响接收器或压力计接收到舰船产生的声场或者水压场，就会引起水雷爆炸。

触发水雷，都装有触发引信，只有舰船碰撞到它，才能

爆炸。它们的触发引信，可分机械触发和电触发两种。机械触发引信是利用舰船对水雷的碰撞力，使机械引信动作，击发雷管，引爆水雷。电触发引信，是在舰船碰撞水雷时，产生电流，引起水雷爆炸。电触发引信又有多种，如接电触发引信、电液触发引信、触线引信，而触线引信一般多用来对付敌人的潜艇。

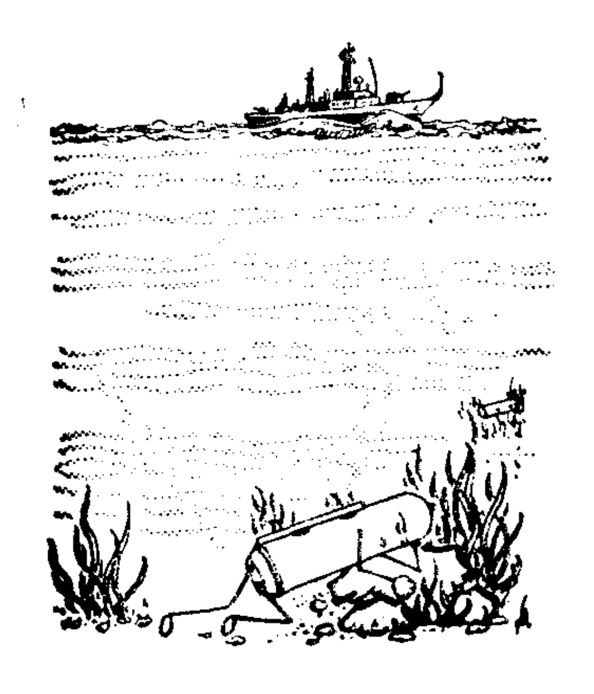


触发水雷

为什么水雷能定次、延时爆炸？

水雷是一种埋伏性的武器，能破坏舰船防护最弱的水下部分。一般舰船很难发现水雷，水雷的爆炸往往是突然发生的，这样，不仅相对地增大了水雷的破坏效果，对敌人也造成精神上的威胁。在现代战争中，几百吨、几千吨的舰船，往往被一枚小小的水雷一炸，就动弹不得，甚至炸沉了。

在第一次世界大战时期，交战国共布放了 31 万多枚水雷，击沉各种军舰 202 艘，占损失总数的三分之一；商船损失达 111 万多吨。第二次世界大战中，交战国共布放了 80 多万枚水雷，英、美、德、意、日等国被水雷炸沉的军舰有 349 艘，约占沉没总数的十分之一。朝鲜战争中，朝鲜人民

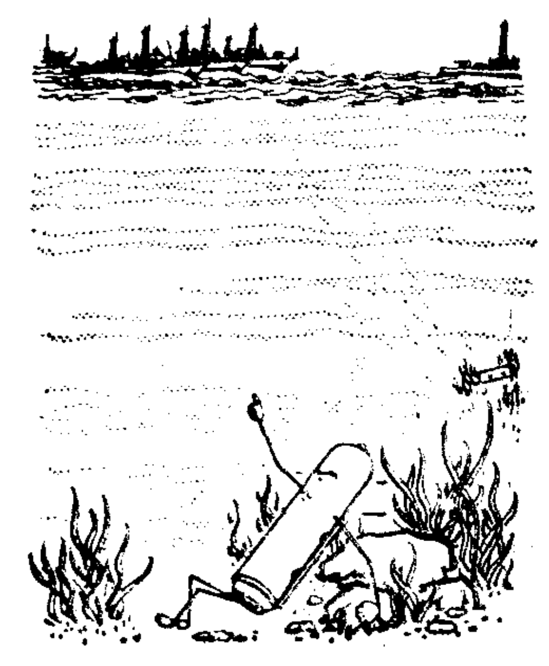


军曾经利用两只木船和一艘动力船，巧布水雷，在短短的九个月中，击沉、击伤美帝舰艇25艘；并在元山抗登陆战中，在元山港外的航道上布雷，把美帝登陆兵力阻留在海上达八天之久，为人民军赢得了反击准备的时间。

水雷为什么能定次、延时爆炸呢？

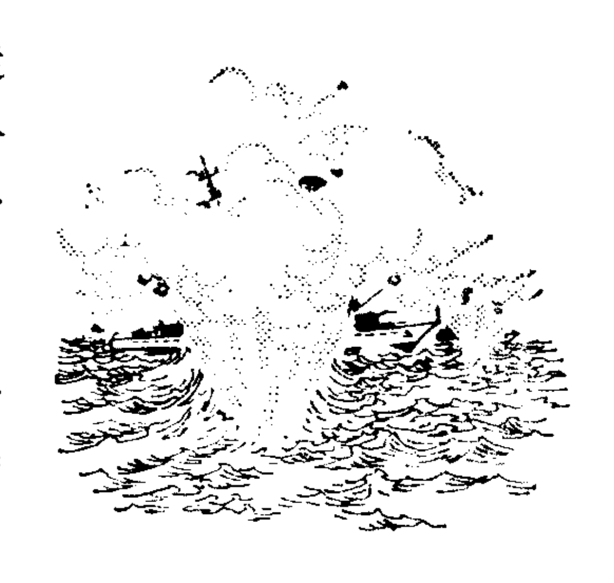
因为水雷中装有定次器和延时器。

定次器，在敌舰船经过水雷上方时，感应线圈接收舰艇磁场，产生感应电流，齿轮转动，使电雷管电路两触头按接收磁场的次数不断接近。当舰船通过水雷上方预定次数（可设定几十次）后，电雷管电路两触头闭合，接通电雷管电路，引起水雷爆炸。



延时器，有的是利用热线圈通电，使它本身固有的两片金属片受热弯曲，金属片相互接触，从而闭合电雷管电路，引起水雷爆炸。还有一种是装有一个定时盘，由钟表机件控制一对定时触头。定时触头不闭合，电雷

管电路就不通。钟表机件走动，带动定时盘转动（指针不动），当走完预定时间(可以是几小时到几十昼夜)后，定时触头闭合，电雷管电路也就接通了，水雷立即爆炸。



由此可见，水雷上有了这些装置，就能按需要而定次、延时爆炸。必要时，可以让水雷入水先“睡”上几天，处于安全状态，迷惑敌人，增加敌人扫雷的困难；或者等整个敌舰艇编队都进入雷区后，再使水雷爆炸，使水雷炸在敌舰要害部位，达到水雷的预定爆炸效果，把敢于来犯之敌消灭在大海里。

为什么深水炸弹能定深爆炸？

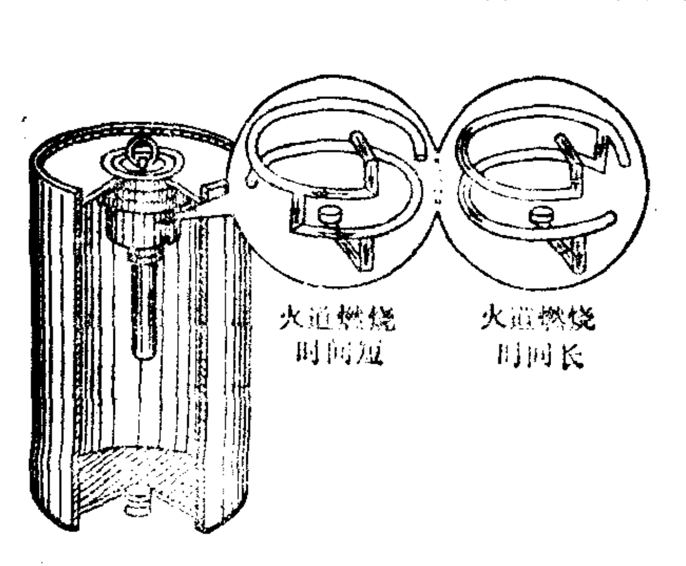
朝阳冉冉升起，人民海军的战舰，迎着曙光，披着朝霞，组成横队。只见桅杆上的信号旗突然降下，随之水面上水柱接连腾空而起，并溅起一道道白色的水花，这不是台风卷起的巨涛，也不是海鲸掀起的浪花，而是海上“猎手”——猎潜舰艇，对潜艇攻击的深水炸弹在水下爆炸。

深水炸弹，是消灭水下潜艇的基本武器之一。它的身

子是个钢铁壳子，身高不到1米，象个大铁桶，肚子里装有爆发器、定深装置和100多公斤烈性炸药。深水炸弹一般安放在舰艇并列装设的滚架上，需要时，可逐个把它们滚入水中。当海区的水较深，又不知敌潜艇下潜深度时，为了增加投射的数量，扩大打击敌潜艇的范围，可用舰后两舷的发射炮，将它们发射出炮管。这些发射装置和深水炸弹的结构都比较简单，不仅人民海军的舰艇广泛使用，海上民兵船只也能投射。深水炸弹的结构虽简单，破坏威力可不小，在第二次世界大战中，仅德、意、日三国，被深水炸弹炸毁的潜艇就有400多艘。

随着科学技术的发展，现代潜艇的战术技术性能已有了显著的提高。潜艇不仅能下潜在较深的水中航行，而且可随时机动到所需要的深度中。要使深水炸弹下沉到潜艇所在深度爆炸，就需要根据潜艇所处的深度来定深。

大家知道，手榴弹是利用导火索的长度来延时爆炸的。深水炸弹也是利用这个原理来控制爆炸深度的，它的导火索就是“上、下火道盘”。在使用深水炸弹时，根据测定敌潜艇的所在深度，转动下火道盘（上火道盘固定不动），来改变导火



索传递燃烧长度。在深水炸弹下沉速度一定的情况下，火道传递燃烧长度决定了深水炸弹的爆炸深度，火道传递燃烧长度越长，爆炸深度就越大；反之，爆炸深度越小，这就是深水炸弹定深爆炸的基本原理。投射得准确，深水炸弹落在敌潜艇上面或近旁，就能把潜艇炸毁。如果深水炸弹落在敌潜艇附近的一定距离内，由于海水的压力，加上炸药在水中爆炸时，产生的高温高压所形成的强烈冲击波，也能使潜艇的机械受到强烈的震动而损坏。

你也许要问，强烈的冲击波，对投射深水炸弹的舰艇有没有伤害呢？回答是没有。因为深水炸弹从投射、下沉到爆炸，需要一定的时间。投射深水炸弹的舰艇，事先要根据深水炸弹投下的深度、下沉的速度和安全距离（是指深水炸弹爆炸时，不致伤害自己舰艇的最小水平距离），计算出投射深水炸弹时应该采用的最低速度；只要不低于这个速度，就能驶出深水炸弹的杀伤半径之外。这样，当深水炸弹爆炸时，我们的舰艇已经离开危险区了。

为什么说航空母舰是海上“浮动机场”？

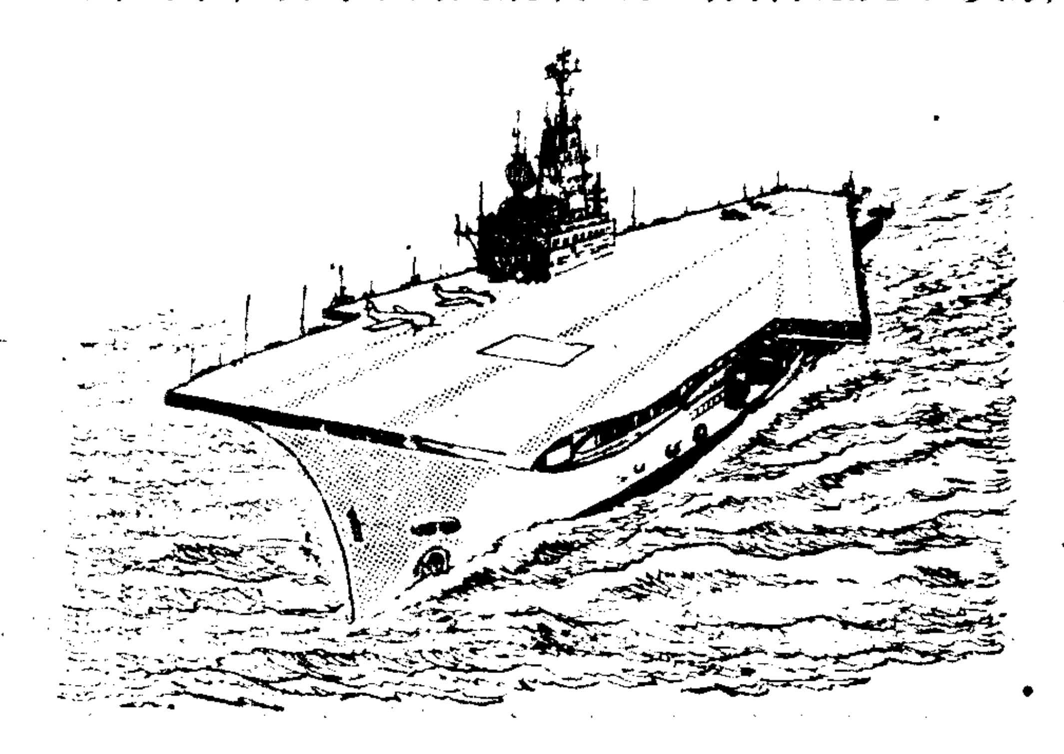
飞机的速度快，突击力强。不过，航程较短，一般不能到远离大陆的海上参战。第一次世界大战后，出现了能够装运飞机到远洋作战的航空母舰，它象一座可以在海上开来

开去的"浮动机场"。

由于航空母舰的出现，海军舰载航空兵可以在远离基地的海战区夺取海上制空权，协同舰艇作战，突击敌人舰艇编队或沿岸基地、港口等重要目标。因此，航空母舰是海军航空兵的海上活动基地。

帝国主义国家为了到处侵略扩张，纷纷建造航空母舰，越造越大，从10000多吨发展到80000～90000吨，从装30～40架飞机发展到可装100多架飞机，一天一夜能跑800多海里。

航空母舰装运那么多飞机，就要有很大的飞机库，以及从甲板到飞机库的升降机；为了保证飞机的起飞、降落，还要有又宽又长的飞行甲板。大型航空母舰的飞行甲板长达300米，这个长度对于高速舰载飞机的升降还是不够的，因



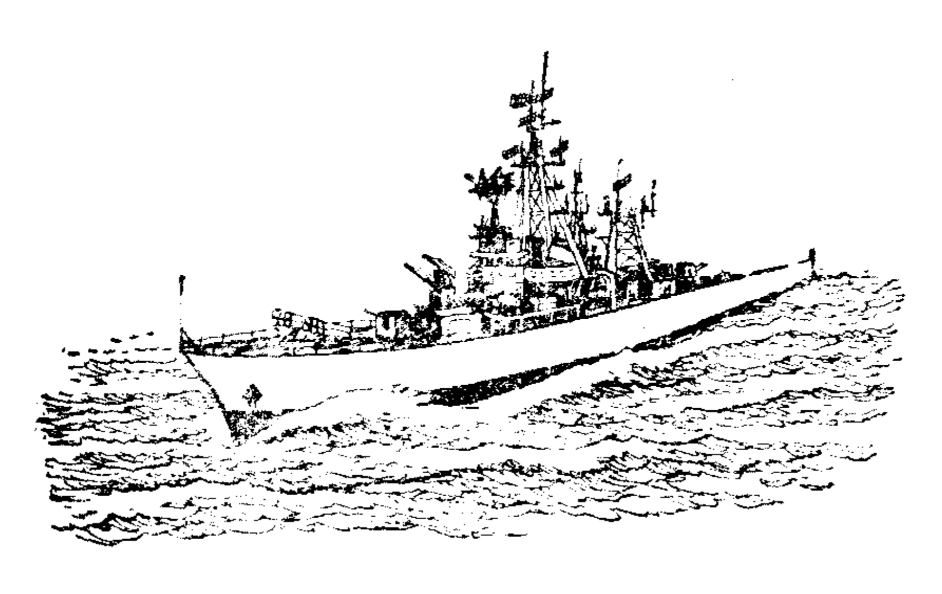
此还装有帮助起飞的飞机弹射器，和保证安全降落的阻拦装置、助降设备等；此外它要指挥空中作战，就要有复杂的飞行指挥室；为了给飞机补充供给和维护修理，不能缺少航空燃料舱、航空武器舱和飞机修理场。陆上飞机场有的它要有，陆上飞机场没有的它也要有。它既是“浮动机场”，又是军舰。军舰上的武器、动力装置、航海仪器和观察通信设备都得具备。所以，它不仅是海上“浮动机场”，还象一个大油库、大弹药库和大兵营。

大有大的用处，也有不利之处。这样一个庞然大物，打起仗来是一个大目标，既容易被发现，又容易被打中，特别容易成为导弹和原子武器的打击对象。这个大油库如果被打中，很容易起火；这个大弹药库起了火，又很容易引起强烈的爆炸。它既要顾自己，还要照应放出去的100多架飞机，往往在飞机起降时，正是它被动挨打的时候。

为什么说驱逐舰和护卫舰是海上“多面手”？

驱逐舰和护卫舰是一种中型的水面军舰。自从出现了鱼雷艇和潜艇以后，横行一时的大型装甲火炮军舰受到了很大威胁。初期的驱逐舰和护卫舰，就是为了护卫大型军舰，驱逐鱼雷艇，反击潜艇而建造的。经过了七十多年的演变，今天，它已成为一种机动性能较好的军舰，而且仪器装

备也比较齐全，可以执行多种战斗任务。



驱逐舰

现代的驱逐舰和护卫舰大小不等，排水量1000～8000吨。你看它甲板上密密地布置着各种武器：有舰对舰导弹发射器；有多联装的舰对空导弹发射架；有仰起长长炮管的中、小口径火炮；有专门发射反潜导弹、反潜鱼雷、反潜火箭和深水炸弹的装置；必要时它还能载运水雷。有的舰艇还有一个平台，可以升降直升飞机。舰桥建筑物上，有形形色色引人注目的雷达天线和无线电天线，这只是它仪器设备的一部分。各种观察、通信、指挥和导航仪器好象它的"眼睛"和"耳朵"。驱逐舰没有鱼雷艇、导弹艇那样轻快、灵活，却装有现代海战中使用的各种武器和仪器，能够发现和攻击空中的敌机和导弹，对付海面的敌舰和水下的潜艇，还可以攻击岸上的敌人。驱逐舰的主机马力比较大，有20000～100000匹，航速达到30多节("节"是国际通用的航海速度单位，1节＝1海里/小时，1海里＝1.852公里)，能够连续航行8000多海里，而且经得起风吹浪打。它能够活动在辽阔的远洋海区，比大型军舰灵

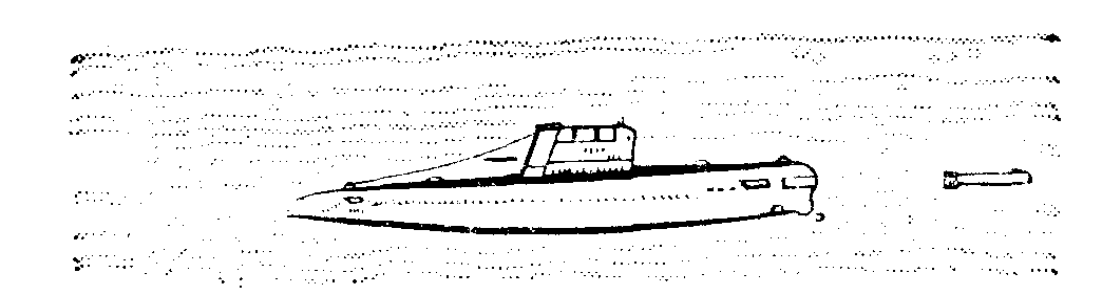
活机动。

总之，驱逐舰和护卫舰可以对来犯的敌舰编队或登陆船队实施突击；能支援和引导轻型快速舰艇攻击；担任基地远程巡逻侦察和袭击敌基地沿岸设施，完成快速武装输送等任务。因此，驱逐舰和护卫舰可以说是海上战斗活动的"多面手"。

潜艇在水中怎样消灭敌人？

很早以前，人们就设想用什么办法从水下荫蔽攻击对方的舰艇。到十八世纪三十年代，世界上制成了第一艘潜艇。当时由于性能上的严重缺陷，还不能用于海战。到二十世纪初，才出现了设备比较完善的潜艇。那时各国海军都迷信巨型炮舰，潜艇只被当作沿岸防御的兵器。1914年，有一艘潜艇在75分钟之内，用鱼雷击沉了3艘装甲巡洋舰，显示了潜艇水下作战的威力，这才引起世界各国对发展潜艇的重视。可是在旧中国，广阔的领海上却没有我们自己的潜艇。

新中国成立以后，随着我海军建设的发展，一艘艘国产潜艇，象钢铁的骏马，奔驰在祖国的万里海疆，又似蛟龙，潜游在寂静的海里，组成一道道水下钢铁长城，随时准备歼灭敢于来犯之敌。



潜艇在水下怎样消灭敌舰艇呢？



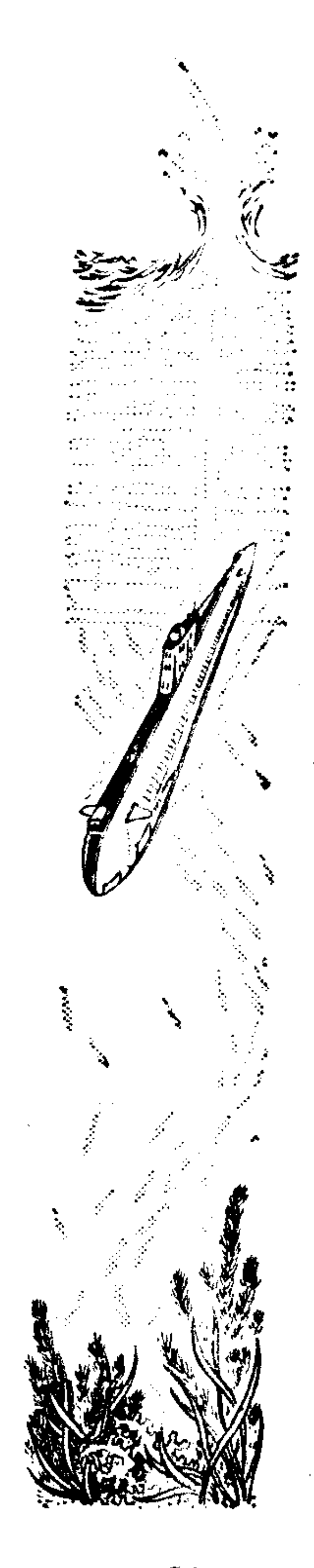
广阔的海洋，一望无边，战舰漂浮在海面上，很容易被敌舰艇发现，难以达到出其不意，攻击敌舰艇的目的。潜艇不仅能长时间荫蔽在水下进行战斗活动，而且装有威力较大的鱼雷、水雷或导弹武器，这样就能充分地发挥它的攻击和防御能力。

潜艇主要是用鱼雷武器攻击敌舰艇。当海面视距较好，或者敌人对潜艇警戒比较薄弱时，可把潜望镜或雷达天线升出水面，观测敌舰艇动态。如果海面视距不好，或敌人对潜艇警戒严密时，潜艇为了荫蔽自己，通常用声纳来听测敌舰艇的动态，然后用射击指挥仪器，自动地计算出敌舰艇运动和鱼雷射击要素，以及潜艇机动的航向与航速，当潜艇接近敌舰艇到达有效射程距离，占领有利阵位，指挥员把气门一按，鱼雷便随着强大的气流，冲出鱼雷发射管，奔向敌舰。第二次世界大战中，各国被

潜艇击沉的舰船总数有4210多艘。

如果潜艇不携带鱼雷，可以在每个鱼雷发射管内装1～2个沉底水雷或漂雷，同样可以用高压气体将水雷发射出管。水雷沉入海底或顺着海潮漂向敌人的港口，炸沉、炸伤敌舰艇。第一次世界大战时期，潜艇布放水雷炸沉的运输舰船有200多艘、战斗舰艇30多艘和大量的辅助船只。

由于火箭武器的研究和制造的进展，飞航式导弹和弹道导弹逐渐装备在潜艇中，这样，潜艇不仅能在水面发射飞航式导弹，还能在水下荫蔽发射弹道导弹，消灭敌人的大型舰船或摧毁岸上的重要目标。

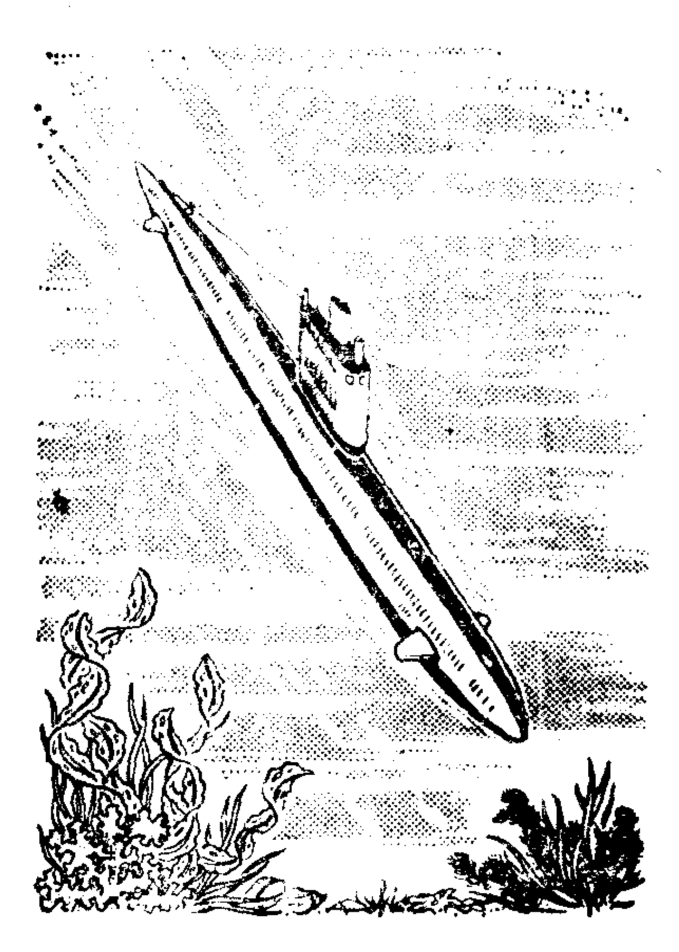


为什么潜艇能长时间在水下活动？

茫茫的大海是那么平静而庄严，云层低低地压住海面，偶尔从云缝中穿射数道阳光，照耀到海面上，泛起了阵阵银波。你看！祖国自行设计建造的潜艇，象钢铁骏

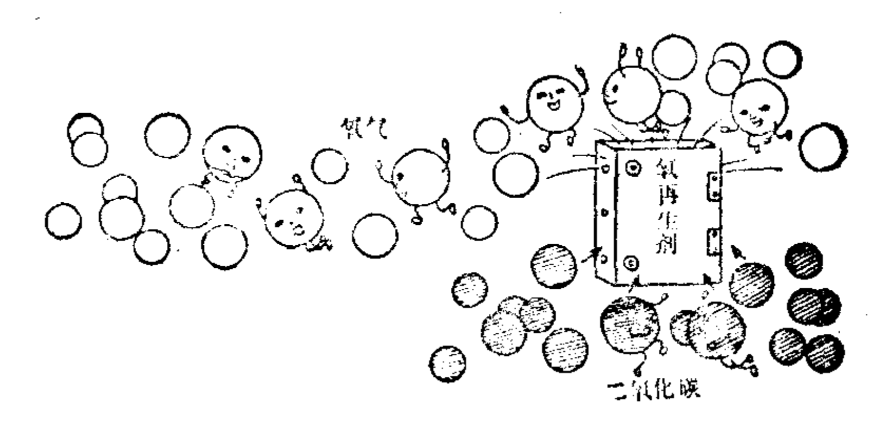
马掀起一片片的浪花，驶入了浩瀚的大海。一眨眼功夫，潜艇不见了，海面上只隐隐约约地留下一个小方形东西在游动（潜艇的潜望镜镜头），最后，连这点痕迹也找不到了。原来，潜艇开始它的巡航了。

潜艇不是一般的舰艇，主要是在水下进行战斗活动，靠荫蔽水下来发挥它的攻击威力。从它的设计原理到它的战术、技术器材、武器和动力装备及各种保障设施，都要尽力满足能长时间在水下活动的要求。如果你有机会到普通动力潜艇上去参观，就会发现潜艇内不但有内燃机，还有电动机。潜艇在水面或通气管深度航行时，有足够的空气输入艇内，内燃机可以发挥作用。当潜艇潜到较大的深度，与大气隔绝，长时间在水下活动，艇中就不可能有足够的空气供内燃机工作，这时得使用电动机。电动机是用铅酸、银锌等电池供给电能的。当潜艇下潜，内燃机停止工作后，电动机马上开动，推动艇艉的螺旋桨，使潜艇活跃在深水之下。



你也许会想，电池的电

能用完了怎么办?有办法。在晚上朦胧难辨目标的时候，潜艇可上浮到离水面较近的水



中，将通气管升出水面，输入空气，发动内燃机，边航行，边充储电能。这样在两套动力装置“分工负责”下，潜艇水下长时间战斗活动的动力问题就解决了。

那么，在潜艇与大气长时间隔绝的情况下，艇内人员呼吸的空气又怎样解决呢?

当你在参观潜艇时，还可以看到每个舱室内有许多长方形的铁箱，这就是能够“吸收”二氧化碳，“放出”氧气的氧再生剂（或叫“再生药板”）。这种氧再生剂，与空气中的二氧化碳和水汽发生化学反应的过程中，会产生出氧气。一箱氧再生剂可供一个人呼吸几十个小时。一艘潜艇携带几百箱氧再生剂，就能保障艇内人员长时间在水下工作时，所需要的氧气。

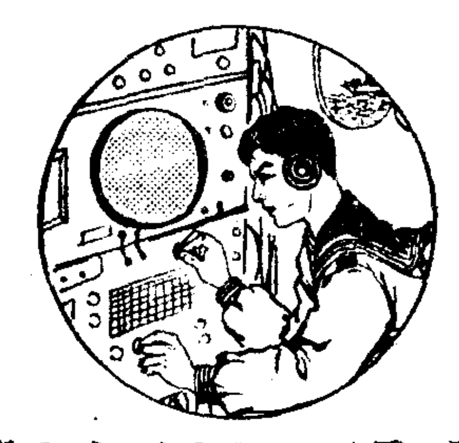
你还可以看到，放在一个密封金属容器内的象蜡烛一样的东西，那是氧烛。氧烛在金属容器内燃烧时，会放出纯氧。一根氧烛可燃烧几小时，放出几十立方米的氧气，从金属容器中引出，流通全艇。

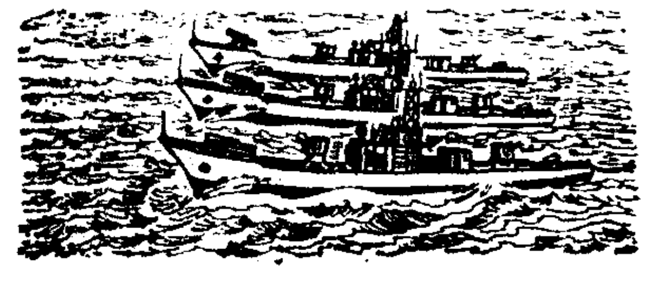
由于蓄电池充电、放电的次数是有限的，氧再生剂和

氧烛经过化学反应后，就失去了原来的作用，不会再继续产生氧气。因此，一般的潜艇只能在水下持续潜航几十昼夜。

为什么说猎潜舰艇是海上的"猎手"?

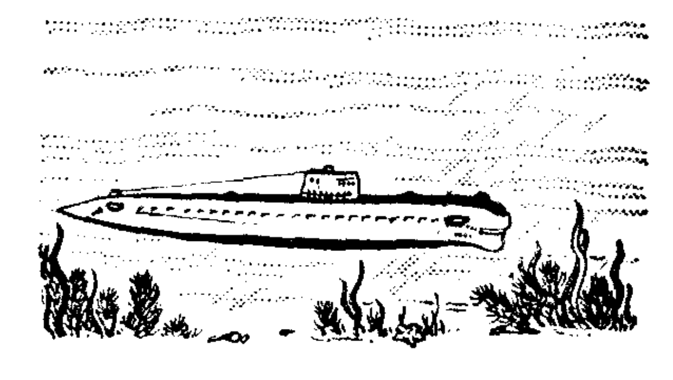
猎潜舰艇，是与潜艇作斗争中产生和发展起来的一种舰艇。早在第一次世界大战前，已有了潜艇，那时舰艇是用火炮、鱼雷和水雷来反击潜艇的。在第二次世界大战中，潜艇无论在水面、水下，航速和续航力等方面都有所改进，尤其骚音测向仪在潜艇上的应用，使潜艇的攻击能力有了显著的提高，迫使交战各国建造了一批猎潜舰艇。在舰艇艉部装有投掷深水炸弹的滚架和发射炮，而且还安装了雷达、无线电测向仪和骚音测向仪等。





猎人掌握了野兽活动的规律，凭着一双锐利的眼睛，一对敏感的耳朵，注视搜索野兽的踪迹，能发现猎物。海上"猎手"，同样要掌握敌潜艇活动的规律，在敌潜艇可能活动的海区，严密监视海

面漂浮的油迹、杂物和冒出水面的汽泡，来综合分析敌潜艇的行踪。猎潜艇还可用雷达来搜索、观察水面航行



或通气管航行(潜艇在水下，将通气管升出水面调换新鲜空气，叫通气管航行)的潜艇。另外，还可以用声纳来探测水下航行的潜艇。一旦发现敌潜艇，猎潜艇就能迅速测定其航向、航速，运用指挥仪器，计算出攻击的航向、航速和投弹时间，象猎人对付凶恶的野兽一样，集中火力，将敌潜艇击沉海底。

为什么说扫雷舰艇是“海上工兵”？

在战争年代里，我人民解放军工兵部队担负着排除地雷障碍的任务。工兵在起雷时，用手轻轻拨开盖在地雷上面的浮土，用刀或匕首割掉雷弦，小心地把地雷起出来，这样，地雷就排除了。

对于布设在水中的雷——水雷，又如何排除呢？这要看扫雷舰艇部队的本领了。

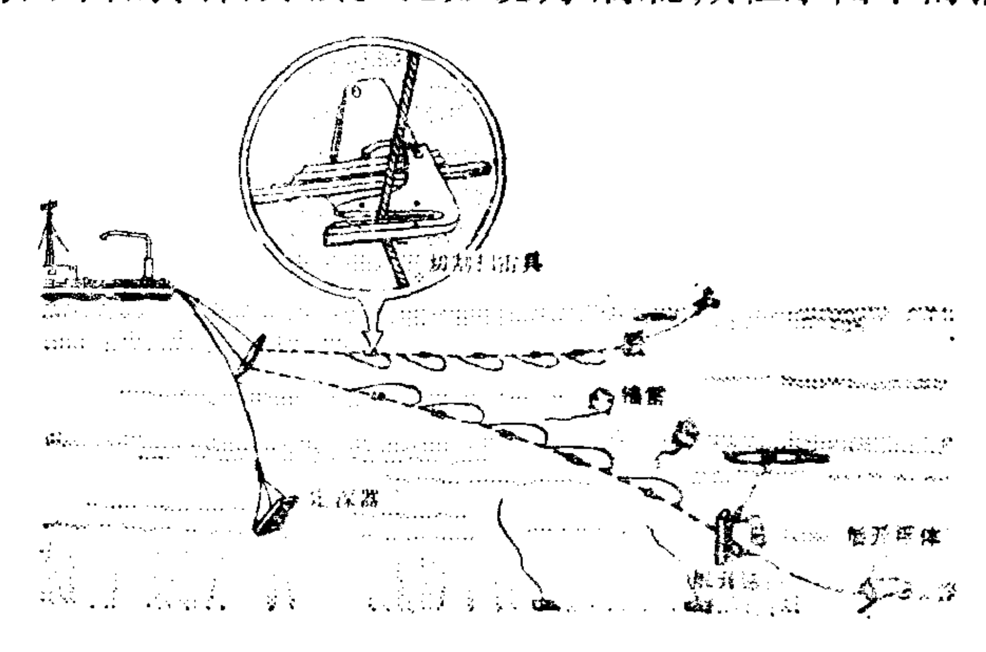
水雷能够把舰船炸伤、炸沉，是由于水雷引信，接受了舰船航行时所产生的磁场和声场，或者舰船本身触雷而引起水雷爆炸。如果排除了以上的外因条件，水雷就不会爆

炸了。

扫雷舰一般都是用钢铁建造的，航行时会产生磁场、声场、压力场，进入水雷区就有触雷的可能。那么，扫雷舰为什么能避免触雷呢？

扫雷舰吃水浅，一般扫触发锚雷都是在涨潮时进行，水涨船高，这种雷浮在离水面几米的深处，触雷的可能性就很小。扫雷舰的航速较慢，噪声低，又有消音装置，它所产生的声场，不足以引起音响水雷爆炸。另外，扫雷舰上还配有消磁装置，能把舰上大部分磁场消除，可避免磁性水雷对它的威胁。扫雷舰有了吃水浅、扫雷时航速慢的特点和消音、消磁装置，扫除水雷障碍时，就比较安全了。

扫雷舰要扫除各种水雷，在舰上就得装备有各种扫雷具。根据各种水雷引信的不同特点，可使用相应的扫雷具和采取不同的扫雷方法。比如说，扫除隐藏在水面下的锚雷，



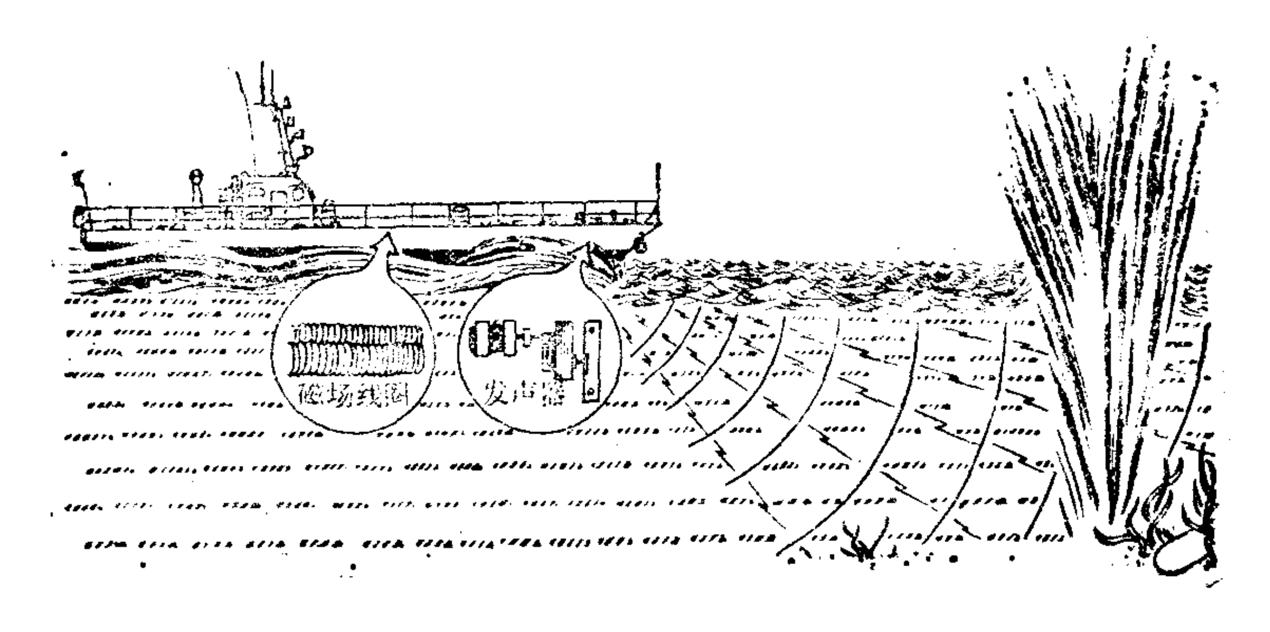
要用切割扫雷具。扫除磁性水雷，要用磁性扫雷具。对付“听”到音响就爆炸的水雷，要用音响扫雷具。至于联合引信水雷，那就要用磁性和音响联合扫雷具来扫除。

扫雷舰能排除海上“地雷”，扫清航道障碍，所以人们赞誉它是“海上工兵”。

由于水雷引信具有抗扫能力强的特点，扫雷工具就需要不断地改革。目前有些较为先进的扫雷兵器，如猎雷舰扫雷，遥控艇扫雷，气垫舰艇扫雷和直升飞机扫雷等，这样就能更加安全和较快地扫除水雷障碍，保证航道畅通无阻。

为什么无人驾驶扫雷艇也能扫雷？

近年来，在世界各国海军兵器中，出现了一种无人驾驶



的扫雷艇，它能扫除多种水雷。这种扫雷艇内设有一部接收机，叫做“被控装置”。在扫雷母舰或岸上指挥所内设有发射机，叫做“主控装置”。这两个装置，统称为“无线电遥控装置”。主控装置按照指挥员的命令，传给被控装置，操纵主、副机的启动，而控制自动舵和扫雷仪器的工作。

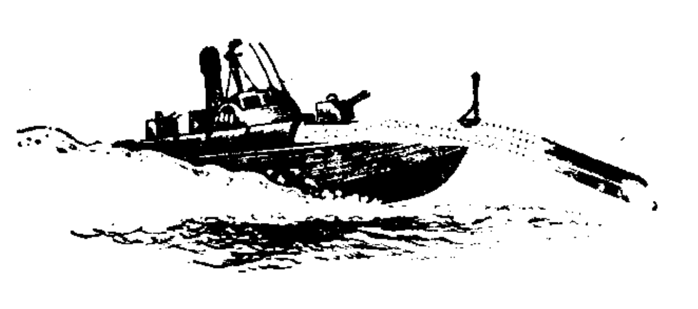
根据电磁铁的原理，在艇体外壳绕上线圈，通电后，产生磁场；利用振动原理，把艇艄一部分壳体作为振动板，使其振动而产生声场。扫雷时，扫雷艇发出的磁场及声场，延伸到艇艄前方及侧翼一定距离，就能引爆带有各种引信的水雷，把这些水雷扫除掉。

有了遥控扫雷艇，人员不必进入雷区，就能扫除敌人布设的水雷，又能避免伤亡。但是，它容易受到其他无线电波的干扰，失去遥控的作用，而且遥控距离有限。为此，平时要加强抗干扰训练；战时要根据客观情况，发挥人的主观能动性，必要时改用人员驾驶，或用直升飞机、气垫艇等高速舰艇和渔船进行扫雷。

为什么说鱼雷艇是海上“爆破手”？

鱼雷艇的体积很小，只有几十吨，在它中部有个突起的指挥台，指挥台的前、后各有一座小口径自动炮，在指挥台两侧的长圆形管子，就是鱼雷发射管，它如同“爆破手”的双

臂，可以携带两条鱼雷。鱼雷装有几百公斤重的烈性炸药，象“爆破手”的炸药包。



一艘万吨巡洋舰，只要命中两、三条鱼雷，就会沉没海底。

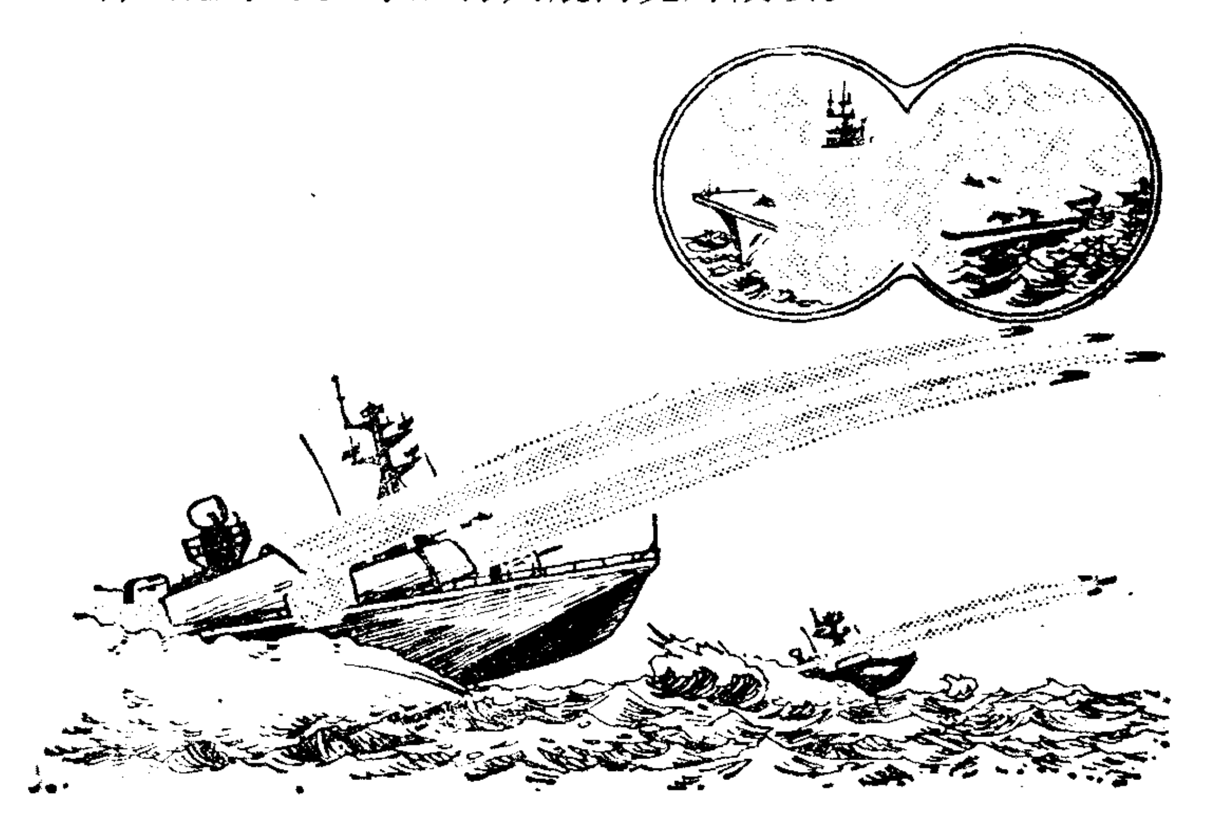
别看鱼雷艇个子小，在海上跑得可快哩，一般能跑40～70节。当它快速行驶时，在碧蓝色海面上，艉部拖着条条白色的水带，劈波斩浪，昂首飞驶。

陆地上，爆破手在爆破时，往往利用地形、地物作荫蔽。在海上，鱼雷艇是利用岛礁、渔船和夜间视觉不良的条件进行荫蔽的。

我人民海军鱼雷艇部队，曾在配合陆军解放一江山岛和炮击金门，严惩蒋军的战斗中，发挥了“爆炸手”的积极作用，充分利用鱼雷艇体积小、速度快、机动灵活等特点，利用岛岸、复杂海区和渔船进行荫蔽，直到相距几百米时，敌舰才发觉我攻击意图，盲目向我射击，但已来不及转向逃避，鱼雷已在“肚中”爆炸开花了，敌人还以为遭到空中兵器的袭击，向他的主子呼救空援哩。由于我军发扬了积极主动，英勇顽强，机动灵活，夜战近战等优良作风，取得了多次海战的重大胜利。

为什么导弹艇艇小威力大?

在反对侵略者的斗争中，革命人民用小艇打大舰的战例是不少的。在鸦片战争时，英帝战船侵犯我沿海港口，清朝政府的投降派叫嚷洋人“船坚炮利”，只能割地赔款求和。然而，爱国将士则以小小火舟，顺流而下，多次取得烧毁英帝战船的胜利。在抗美援朝战争中，朝鲜军民驾小舟，布设水雷，炸得敌人胆战心惊。建国以来，我人民海军的鱼雷艇、护卫艇，象海燕般矫健地活跃在海防线上，面对比自己大几倍、十几倍的敌军舰，毫无惧色，多次给敌人以沉重打击，创造了不少小艇打大舰的光辉战绩。



如今，在人民海军轻型快速舰艇的战斗队列中，增加了一个年轻的新伙伴，那就是“导弹艇”。

导弹艇大的有300吨，一般是100多吨。它的主机马力大，速度快，能够跑40多节。

有些导弹艇在艇底装上“鸭脚掌”——水翼，这种水翼导弹艇的速度更快，跑起来能把艇体托出水面。如果把空气打入艇底，形成气垫，把艇体全部抬出水面，就是速度更快的气垫导弹艇了。

这种小巧灵活的导弹艇，为什么威力很大呢？

导弹艇指挥台的两侧，装有2～6发舰对舰导弹的单发或联装的发射装置，能够发射射程达几十海里的导弹。导弹的弹头装有100多公斤的炸药。当导弹发射出去以后，导弹艇以无线电信号传给导弹，遥控导弹在低空或贴近海面飞行；或者由导弹内部的仪器按预先设定的方向，自己控制飞向目标。在到达目标附近时，导弹的自导装置开始工作，利用雷达或红外线探测的方法，寻找并引向目标。有了这些引导装置，就大大地提高了导弹的命中率。

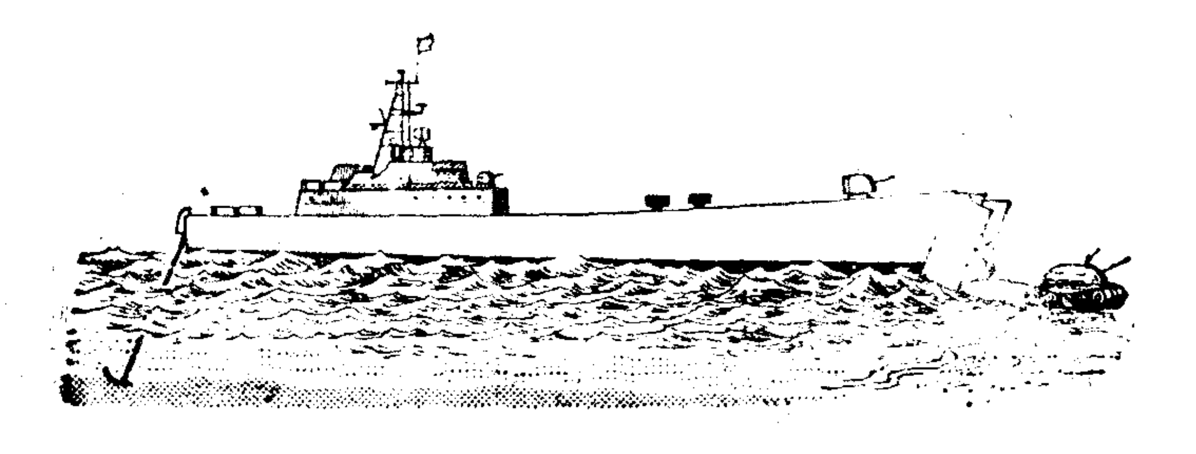
我们再看看曾在各大洋横行一时的帝国主义的战列舰，它的排水量都在万吨以上，装有406毫米口径的大炮，但是射程只有20海里，弹头炸药重量也只有100多公斤。在远距离上射击，炮弹的命中率却比导弹低得多。导弹艇虽然小，但是武器的突击威力可不小呢。

为什么登陆舰的舰艏有大门和吊桥，舰艉有锚？

人民海军继承和发扬了我军的光荣传统，初建时期，不仅以小木船打大军舰的革命精神打击了蒋帮舰艇，支援陆军作战，而且直接以登陆舰艇装载陆军人员和武器渡海登陆，取得了解放万山群岛和浙东沿海岛屿的重大胜利。

登陆舰艇是在第二次世界大战期间，为了进行大规模登陆作战而出现的。目前大型坦克登陆舰的排水量达到3000 吨以上，可以装运 20～30 辆中型坦克；中型坦克登陆舰的排水量也有 1000 吨左右，可以装运 5 辆坦克或车辆。它们吃水比较浅，为了便于抢登滩头，卸运坦克及车辆，舰艏有可以开关的大门和吊桥，舰艉还挂着一只大铁锚。

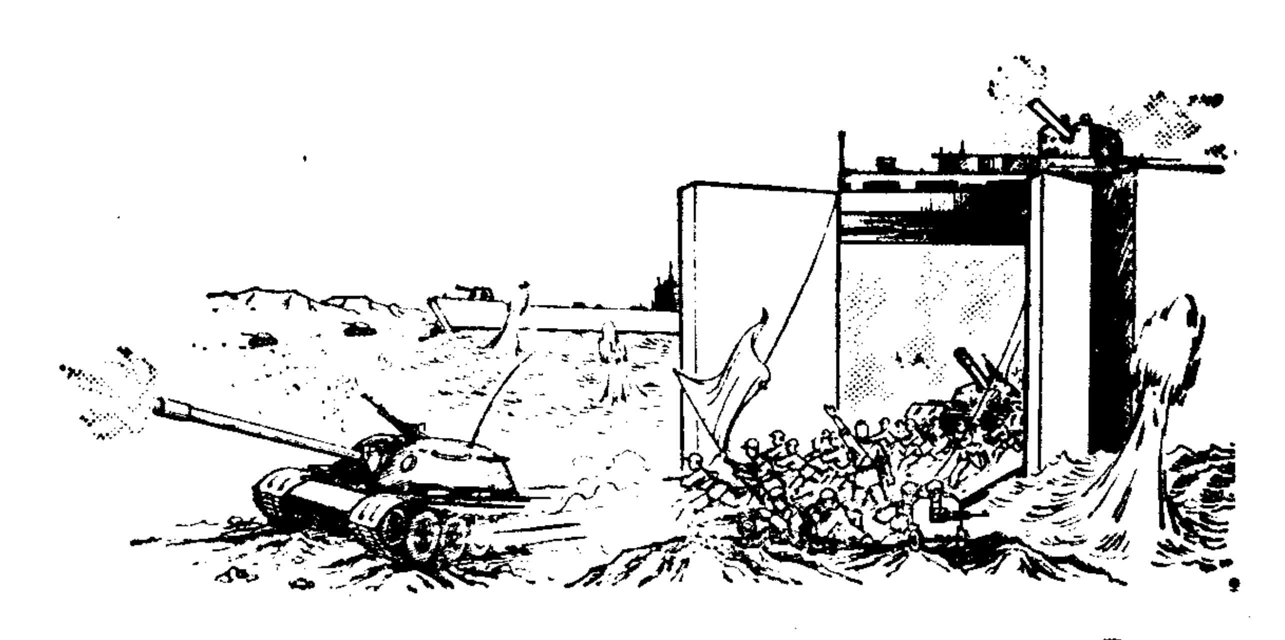
在登陆战斗中，坦克登陆舰突破敌人抗登陆的防御火力，迅速接近海滩，先抛下后锚，舰艏冲上滩头，然后打开大



门，放下吊桥，载运的坦克或车辆就可以直接驶上海滩；当卸完以后，借助收起后锚和主机倒俥的力量离开海滩。

各种登陆舰艇有不同的专门卸载设备，有些步兵登陆艇，没有舰艏大门。抢登滩头后，放下舰艏的吊桥，步兵可以通过吊桥迅速冲上岸滩。有些象浮船坞一样的坞式登陆舰，可以装运各种登陆艇，只要驶近岸边，打开坞门，就可放出装运人员和装备的登陆艇。登陆艇一般只有几十吨，可装运1～2辆坦克或50名全副武装的士兵，放下艇艏的大门，可以作为登陆的跳板。

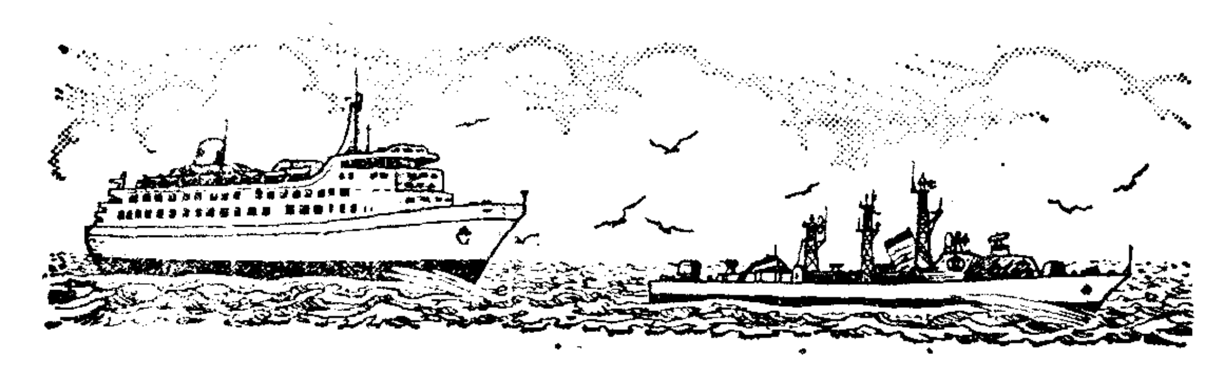
目前的登陆舰艇，虽然能够抢登滩头，但是还不能上岸。各国正在研究可以在海面上飞行的气垫艇，它可以高速突破防御火力，从海上“飞”到岸上，避开布设的水雷或障碍物，越过岸上一般的起伏地形，把人员和武器送到陆上，甚至可以送到陆上的纵深地区。



为什么军舰的干舷一般都比民用船低?

站在港口、岸边眺望,我们可以看到一艘艘我国自己制造的巨大海轮和威武的舰艇。你看,那载客的海轮都是一层一层的,每层都有许多整洁的房间。货轮的房间虽少,甲板上却有着各种各样的起重设备等。这些客货轮的干舷(即船的主甲板边在水面以上的部分)都比较高。可是,你注意一下军舰,就会发现它们的干舷却是低低的,甲板上除了武器和观察通信仪器的天线外,没有客、货轮那种钢板的护墙,而是用铁栏杆和铁链代替护墙。因此,在视觉上有高低差别。为什么有这样的区别呢?

我们知道,军舰的主要任务是保卫海防,在海上执行作战任务。战斗行动要求舰艇荫蔽突然,才能达到出其不意的目的。我们居住的地球是个椭球体,在海面上的视距是有限的。譬如:我们站在一艘舰艇上去观察了望一个目标,即使用观察仪器(如雷达等),也只能看到一定距离;如



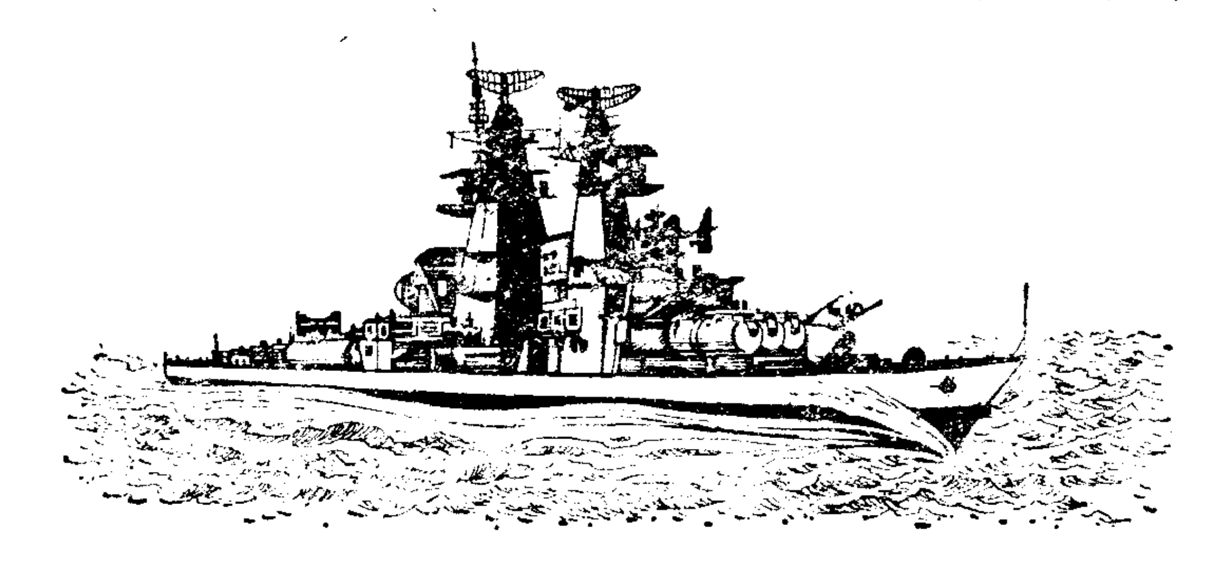
果站得越高，就看得越远。反之，如果目标越高大，距离远一些也容易被发现。舰艇的干舷一般都造得低矮，上层建筑物也少，这样目标就小一些，不容易被敌人发现；而把观察仪器的天线架在高高的桅杆上，就可以及早地发现敌人。

其次，在海上战斗中，军舰也可能被对方攻击，舰艇的干舷和上层建筑低矮一些，炮弹能命中的面积也就小得多，有利于保存自己，消灭敌人。干舷和上层建筑低矮一些，舰艇在航行中，受风面积小，产生的阻力小，这对提高舰艇航速也是有利的。

有些舰艇，如登陆舰等，为了便于装卸大型的武器装备（如坦克、火炮等），干舷就比较高。

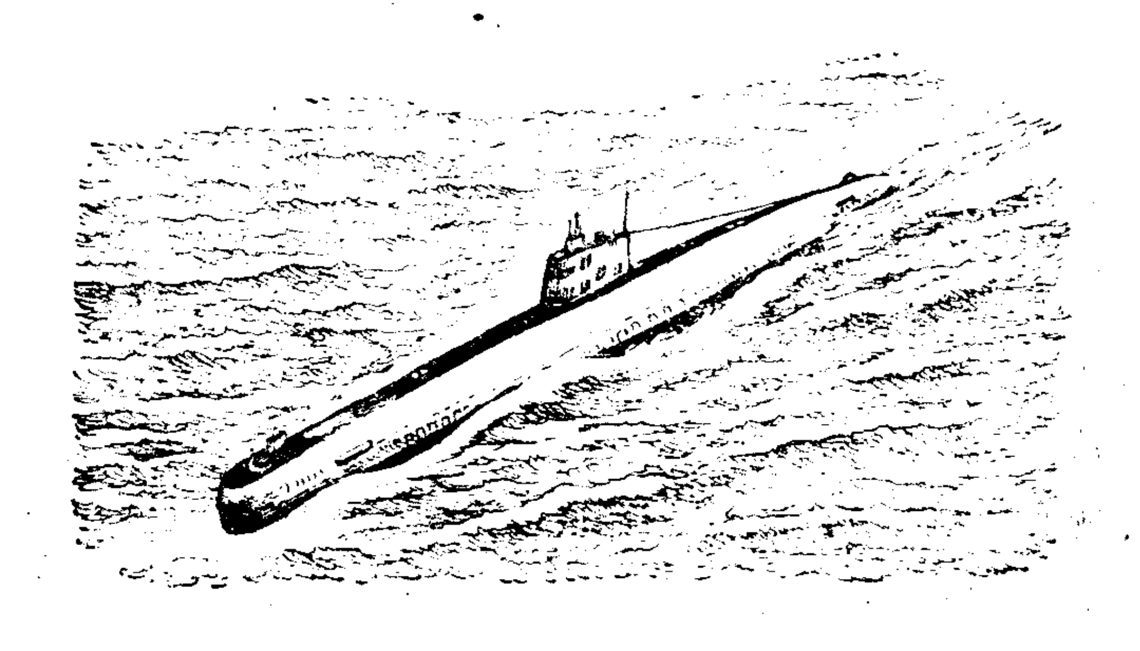
为什么舰艇舱面上的设备有多有少？

海军舰艇舱面上设备的多少，主要是根据舰艇吨位的



大小和担负的任务决定的。就拿导弹驱逐舰来说吧，为了在海上严惩袭扰的敌舰艇，需要装备舰对舰导弹；为了歼灭来犯的空中强盗，要有舰对空导弹；为了埋葬水下入侵的敌潜艇，要有深水炸弹和反潜火箭；配合陆军登陆作战，就要有一定数量口径不一的火炮；为了保证舰艇航行安全，保障武器的攻击和及时掌握敌舰艇的动态，就需要在舰上安装导航雷达、警戒雷达、侦察雷达、识别和攻击雷达等等。所以导弹驱逐舰舱面上的设备比较多。

潜艇，除了在艇艏有个象刀似的水声通信识别器天线，中部有个突起的流线型指挥台以外，舱面上什么设备也没有了，光溜溜的象条大鲨鱼。为什么潜艇舱面的设备这么少呢？这跟潜艇的战斗使命有关。大家知道，小汽车制成流线型，是为了在前进时减少空气阻力，跑起来快一些。潜艇为了减少水下航行的阻力，除了将艇身做成水滴型外，还

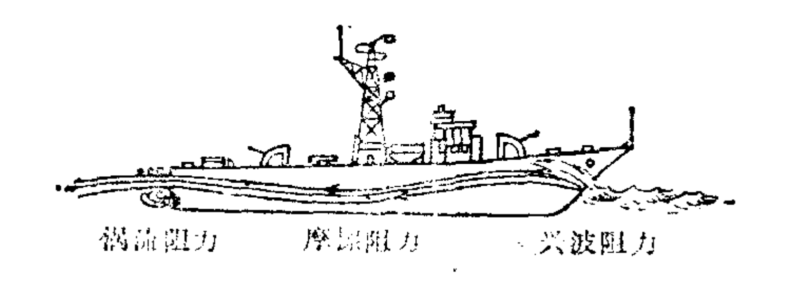


尽量减少舱面设备，以提高潜艇的水下航行速度，并且有利于荫蔽突然，出其不意地打击来犯之敌。所以潜艇舱面上设备较少。

为什么舰艇底部的形状不一样？

在滨江临海的城市，当你来到造船厂的船台旁边，可以看见耀眼夺目的电焊火花，大臂吊车轻轻抓起几十吨重的船体分段，拼装成一艘又一艘舰船。你如果仔细观察的话，就可发现船台上各种舰艇的底部形状是不一样的，有的肥大，有的瘦长。为什么要做成不同的形状呢？这主要是根据舰艇所担负的任务，尽量减少舰艇航行时所受到的阻力，以增加航速。

舰艇航行时，在水中会受到三种阻力。水是有一定粘性的，舰艇在航行时，水流对舰体会产生摩擦力，形成摩擦阻力。就舰形来说，在一定的排水量条件下，应尽量缩小舰体浸在水中的面积，以减小摩擦阻力。舰艇航行时，由于通过舰艉后面的水量减少，压力降低；而舰艏冲破水面，兴起波浪，压力增大，这样，舰体周围的水就会向舰艉兜来，形成涡流，因而产生涡流阻力（又叫压差阻力），这种阻力能消耗舰艇能量。当舰艇高速航行时，舰艉涡流增加，涡流阻力也增大。如果舰艉部分愈肥大，涡流阻力也愈大。所以战



斗舰艇都造成流线型，以减少涡流阻力。第三种阻力是“兴波阻力”。舰艇在水面航行时，劈开前面水流，兴起波浪，这就要消耗舰艇前进的一部分动力，等于使舰艇受到一定的阻力，因此称为“兴波阻力”。如果舰体较长，艏部兴起的波，正好与艉部兴起的波互相抵销，这种阻力就减少；舰艏部尖瘦，可以减少兴波阻力；而舰体肥宽，兴波阻力就大。

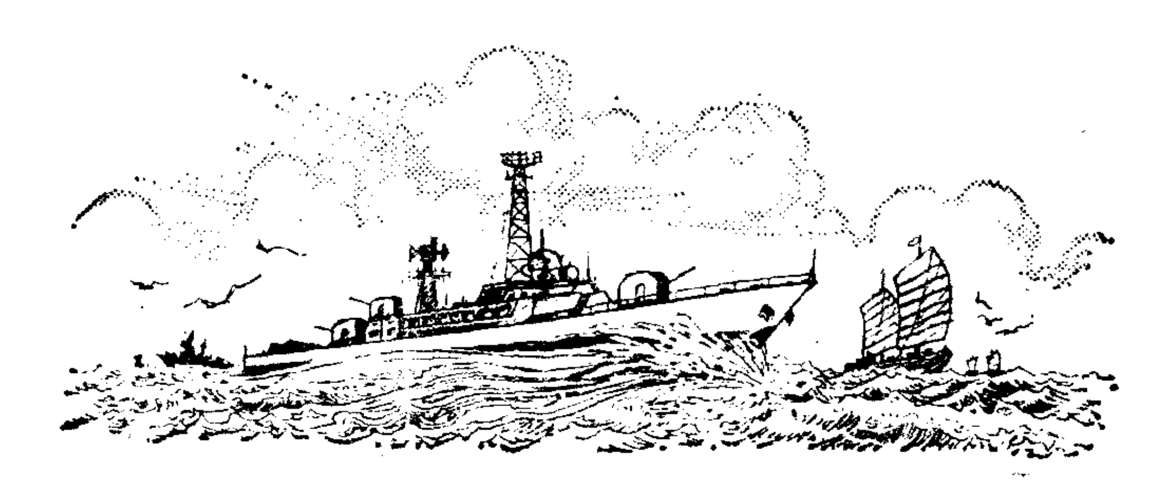
从水对舰艇运动的三种主要阻力来看，可以知道它们并不是孤立的，一成不变的，而是与舰艇的航速、舰体的形状等密切相关。舰艇低速航行，所受的阻力是以摩擦阻力为主，因此，拖船等低速舰艇，大多采用肥而短的舰形，底部采用近似半圆形，以减少摩擦阻力。舰艇在高速航行时，涡流阻力增大，兴波阻力也增大，摩擦阻力则相应地退居次要地位，所以，高速舰艇多数是瘦而长、底部近似V型。而民用船舶船底的形状，主要从船的稳定性和经济角度来考虑，采用肥而短的船形，底部一般是宽而平坦的。

此外，舰艇的形状也要根据各种舰艇的任务特点来设计。如登陆舰，为了保证登滩时稳定与安全，多采用平底；破冰船采用近似于平底形，则是有利于破冰工作。

舰艇不用帆，为什么还要桅杆？

早在秦汉时期，我们的祖先就已经掌握了利用风力扬帆行船。到了宋代，发展到装有4～6根桅杆，能在波涛汹涌的大海中满帆远航了。十八世纪末期，蒸汽机问世以后，舰艇上就采用蒸汽机作为前进的动力。随后汽轮机、内燃机和核动力及电力推动装置在舰艇上广泛应用，军舰不再依靠风力行驶，而利用机械动力装置作为动力。既然不用帆，为什么舰艇上还要桅杆呢？

俗话说：站得高，看得远。古代的战船，水手们常常站在高高的桅杆上，观察海面，以扩大观察范围。地球是个椭球体，人们的视力观察范围毕竟有限。到二十世纪三十年代，雷达出现了，雷达天线架在高高的桅杆上，这就比视力观察范围大得多了。在茫茫的大海上，它能及时发现敌人，有利战斗行动。



海面上航行的舰艇，在一定距离上，它们之间的通信联系除了用手旗、灯光通信以外，还可以用信号旗进行通信。在高高的桅杆上挂上信号旗，一来简易、方便，二来比手旗、灯光通信更迅速。

海军战士驾驶着战舰，日夜坚持守卫在祖国的海疆，他们不但需要收听北京的声音，而且还要及时汇报歼灭入侵敌人的战况，这也需要将各种无线电天线架设在高高的桅杆上，以增大通信距离，保障联络的畅通。

此外，平时为了避免舰船之间发生碰撞，也需要悬挂规定的信号灯，挂得高，远处看得清，以便有足够的时间，采取措施，相互避让。

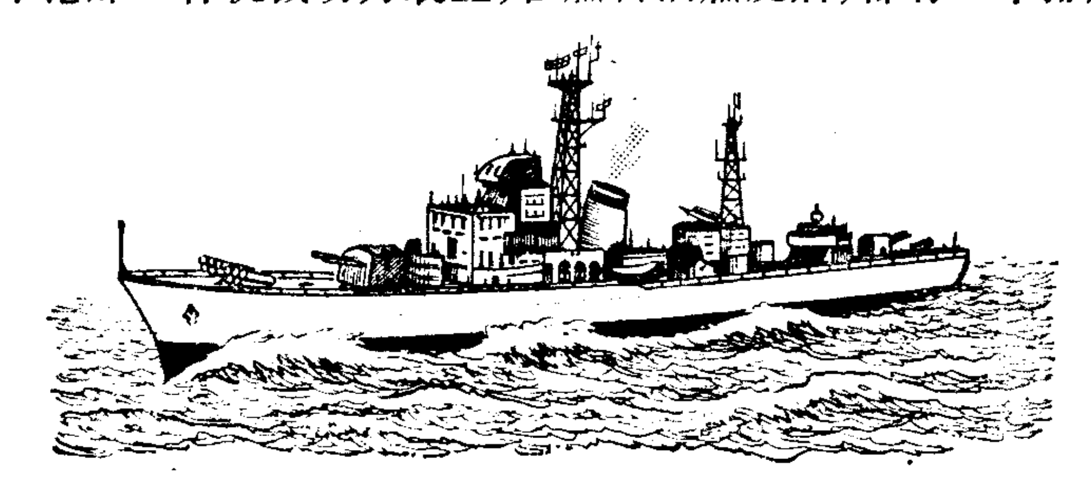
由此可见，现代舰艇的桅杆虽不挂帆，但它是安装雷达天线、悬挂信号旗、架设无线电天线、装置各种信号灯的比较适宜的地方，所以说，桅杆也是舰艇上必不可少的舱面建筑物。

由于各种观通设备和反探测设备的增多，天线的品种和数量也大大增加，而且要求设在高处，所以现代水面舰艇，根据其排水量的大小和观通、反探测设备的多少，分别采用三脚桅杆、四脚桅杆、角锥形桅杆和塔形桅杆以及烟桅一体结构的多种桅杆。

为什么有些舰艇有烟囱，有的却没有？

在原始社会时期，我们的祖先用树枝划水，使独木舟前进。随后在生产实践中，发明了橹，使行船速度提高了几倍。到南北朝时，著名的科学家祖冲之发明了一种用机械推进的船（即脚踏的桨轮船），这种船速度更快了，能“日行百余里”，有“千里船”之称。

随着蒸汽机、柴油机、燃气轮机的相继出现，舰艇的行驶，就不再靠桨、橹等作动力，而是利用各种机械装置作为前进的动力了。目前舰艇上的机械动力装置，除核动力外，一般可分为外燃机动力装置和内燃机动力装置两大类。外燃机动力装置，是通过燃料油在锅炉内燃烧，产生高压蒸汽推动汽轮机（又称透平机）运转的；内燃机动力装置，是燃料油直接喷入内燃机或燃气轮机内燃烧而推动机器工作的。不论那一种机械动力装置，在燃料油燃烧后，都有一个排烟

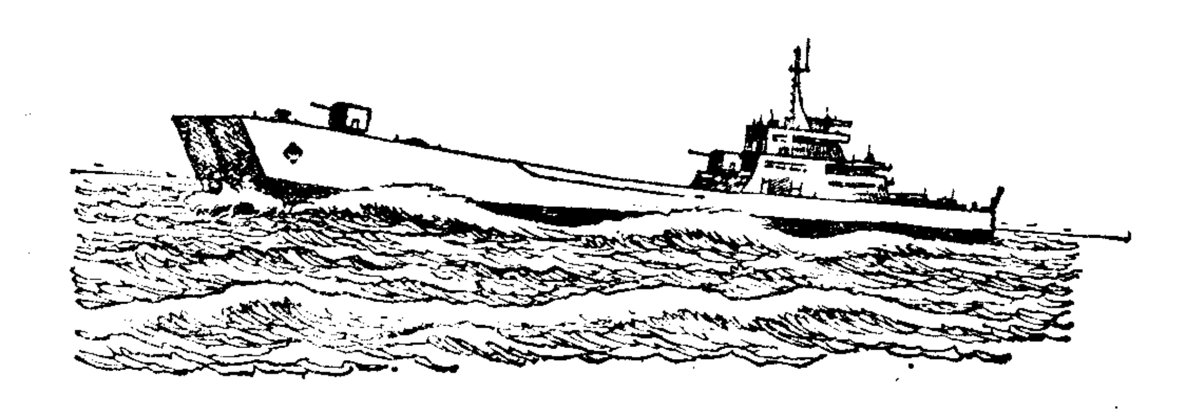


的问题。

过去，舰艇锅炉利用自然通风烧煤时，在每座锅炉上都竖起一个又高又大的烟囱，人们从烟囱的大小和多少可以判断舰艇的等级。高大的烟囱，不仅容易暴露自己，增加航行时的空气阻力，还会影响舰艇的稳定性，占用较大的舱面面积。现代常规舰艇的锅炉，都改用强压通风，以燃料油作燃料，烟囱也就相应矮小些。如果用内燃机作主机的舰艇，由于排烟量的减少，把几个锅炉的烟囱，或几部内燃机的排烟管，集中在一起，围成一个流线型的大烟囱，以利舰艇的荫蔽，又可以减少舰艇在航行时所受到的空气阻力。

不论采用外燃或内燃动力装置，在燃料油燃烧后都需要排烟。为什么有些舰艇却没有烟囱呢？

其实，不是没有，而是根据舰艇的战术要求和任务，把它们的烟囱安装在舰舷或舰艉水线下面去了。如登陆舰，为了舱面能装运登陆兵器（坦克、火炮）和物资，不能在舰的中部舱面装设粗大的高烟囱，所以把排烟管安设在舰舷上。



小型舰船,吨位小,主机马力不大,排烟量少,就把排烟管安设在舰、船舷上。潜艇主要是为了保障荫蔽,下潜后不在海面上留下烟迹,并满足冷却排烟管的需要,因此潜艇的排烟管安设在艇艉水线下。所以登陆舰、小型舰船和潜艇的舱面上就看不到烟囱了。

为什么舰艇主机的马力特别大?

如果有一艘100多吨的鱼雷快艇,同一艘万吨海轮靠在一起,从外形上来看,它们的个头相差得十分悬殊,但它们"肚子里"装的主机的马力,却不相上下,鱼雷艇同样有近万匹马力的主机哩!

民用船舶,主要考虑的是选用耗油量小、造价低廉的动力装置,以提高客货运输的经济性,速度低一些问题不大。舰艇要打仗,要求机动性能好,要有较高的速度。一般远洋活动的航空母舰、驱逐舰或护卫舰,都具有30节以上的速度。要知道,提高舰速可不是一件容易的事情。

舰船在水中航行,会受到海水的阻力。海水的阻力,随着舰速的增加而增大。假如舰速增高到原来的2倍,海水阻力就增大到原来的4倍(即2的平方倍);要克服这样大的阻力,舰艇的主机功率就要增加到原来的8倍(即2的立方倍)。假如一艘速度为16节的万吨轮,它的主机功率是1

万马力，那么，一艘32节的万吨航空母舰，主机的功率就要8万马力以上了。因此，一艘排水量只有100多吨，航速为40多节的鱼雷快艇，要装近1万马力的主机，就不奇怪了。所以说舰艇的主机马力特别大。

舰船常用的主机，是柴油机和蒸汽轮机，它们各有优缺点。柴油机是直接使柴油在汽缸内燃烧，产生高温高压燃气，推动活塞来回运动，带动螺旋桨转动。这种主机的耗油量低，但是功率小，大型的单机功率约2万马力，轻型的约5000马力。蒸汽轮机是用锅炉把水烧成高温高压蒸汽，再使蒸汽喷射到叶轮上，带动螺旋桨转动。这种主机的功率大，单机功率可以达到6万马力，但是体积和重量都比较大。

一艘万吨轮只要装一部大型的柴油机就够了。舰艇既要求主机功率大，又要考虑体积和重量的限制。所以，小型高速艇通常装置2～4部轻型的柴油机；而驱逐舰和航空母舰，则装置2～4部大功率的蒸汽轮机。

舰艇装多部主机，还可以分别带动多个螺旋桨。海战中，一部主机遭到破损，还可用另一部主机航行；一旦舵机出了故障，也可以用两个螺旋桨一进一退，来代替舵的作用，操纵舰艇转向，有利于增强舰艇的生命力和战术机动性能。

舰艇的主机和一切事物一样，在矛盾中发展变化着。近

二十年来，功率大、体积小、重量轻的燃气轮机和功率大、连续使用时间长的核动力，已经应用到舰艇上来；还有采用柴油-燃气轮机联合装置的，舰艇巡航时用柴油机，可以获得较大的续航力，燃气轮机作为加速机组，在短时间内使舰艇增至高速。

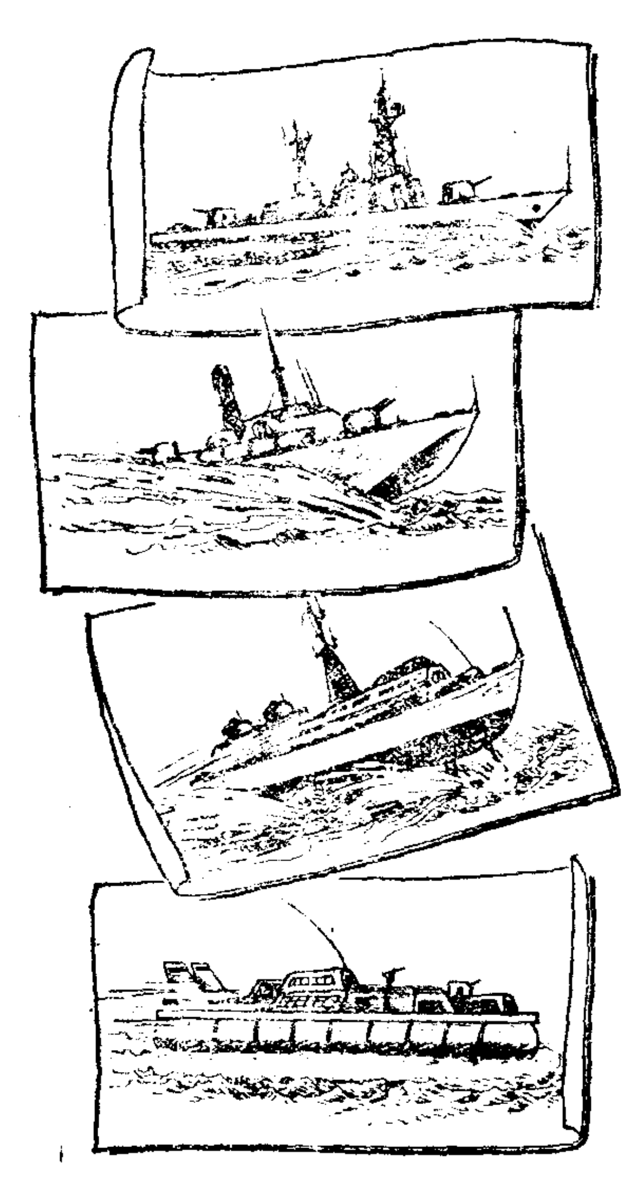
目前，各国不仅用增加主机马力的办法来提高舰速，而且建造了双体船、水翼艇和气垫艇，使舰艇动力的发展进入了一个新的阶段。

为什么有些舰艇能离开海面“飞行”？

在海战中，要求舰艇有较高的速度，能够迅速集结，迅速转移，攻得猛，撤得快，具有高度的机动性。但是，一般舰艇的舰体浸在水中，航行时受到海水的摩擦阻力、兴波阻力和涡流阻力，舰速只能达到30多节。这和飞机比较起来，差距太大了，速度不快的运输机每小时也能飞200～300海里。

大家知道，舰艇速度要提高2倍，海水阻力就要增加4倍，主机马力要增加8倍。只依靠加大主机马力的办法，来进一步提高舰速，总会受到限制。怎样找出提高舰速的新途径，这已成为世界各国的重要研究课题。

很久以前，人们就想能不能使舰艇离开海面“飞行”。首



先出现了滑行艇，它是利用海水对艇底产生的升力，把艇体大部分托出水面，象空气对飞机机翼产生升力一样。这样，兴波阻力和涡流阻力几乎消失，艇速可达到40节左右。后来，人们又给舰艇装上水翼，这个翼和机翼不同，它装在艇底，插入水中，利用升力可以把艇体大部分托出水面，这种水翼艇的速度有50节左右。

滑行艇和水翼艇都是靠海水的升力托起来的，排水量的增大受到了升力大小的限制。近十多年来，出现了发展很快的气垫艇。

气垫艇和一般舰艇有着显著的区别。它用一套专门的飞升装置，象风扇一样，把空气打入艇底，在艇底和海面之间，形成一层象椅子坐垫一样的空气层——气垫，把艇体托起，艇的艏艉和两侧，装有用尼龙布涂橡胶制成的筒形柔性“围裙”，把气垫围住，象个洗脸盆倒扣在海面上一样。推进装置不是水中的螺旋桨，而是好几个装在甲板上的空气螺旋桨。这种全浮式的气垫艇，可以全部离开海面“飞行”。它的速度可以达到60节左右。

全浮式气垫艇能全部离开海面"飞行"，具有两栖活动的特点，能够在海面高速行驶，还可以通过沙滩、沼泽地、冰雪地带和一般的障碍物。

舰艇在海上航行，为什么不会迷失方向？

矫健的快艇，如离弦之箭出击敌人，威武的战舰在领海上巡逻放哨，护卫着航道和渔场。在那一望无际的海面，舰艇怎样知道东西南北，怎样才不会迷失航行的方向？

我们伟大的祖国，有着悠久的航海历史，曾经多次远航到达印度洋、波斯湾沿岸的国家。我国劳动人民早就学会了仰观天体来判断方向的方法。譬如找到北极星，可以知道朝北的大概方向；"旭日东升"、"日落西山"都是人们辨别方向最普通的常识。但是，阴天下雨看不到日、月、星星，怎么办呢？

陆地行军可以靠指北针。指北针是我国古代对世界经济文化作出重要贡献的"四大发明"之一。很早以前，指北针就搬到海船上使用了，这就是"水罗盘"。由于当时生产力水平比较低，人们对自然的认识受到限制。在封建神权统治的时期，"水罗盘"被看成神圣的东西。海船出航的时候，还要烧香念佛，祈祷"水盏神"、"水神君"等天神保佑，让"水罗盘"指路。其实，"水罗盘"只不过是现在"磁罗经"的



雏型而已，没有什么神秘。

根据磁针能够指北的原理而制成的磁罗经，构造比较简单。在罗经盆中装有液体，刻度盘浮在液体中，它的底部排列着一组磁铁，中间有个轴帽，轴帽套在罗经盆的轴针上。这样，刻度盘就可以在液体中灵活转动了。由于磁铁能够指北，不管舰艇怎样改变航向，人们总可以从玻璃盖上，看到刻度盘的 0° 指向地球磁场北极的方向，这样东西南北的方向当然就能知道了。

经历了几个世纪的发展，航海仪器有了很大的变化。现代舰艇，虽然还装有构造简单的磁罗经，作为必备的指向仪器。但是，经常使用的都是不带磁铁的陀螺罗经。陀螺罗经不仅可以直接显示方向，还可以随时供给舰艇各种自动化仪器有关航向的数据。它和武器射击的指挥仪结合起来，就成为射击指挥系统，实现射击指挥计算的自动化。它和计算、记录、操纵舰艇的仪器结合起来，就形成导航系统，自动引导舰艇航行。

陀螺罗经虽然使用方便，但是构造复杂，在海上战斗中，可能受损坏、出故障，不易迅速修复。因此不能忽视磁罗经，要把陀螺罗经和磁罗经结合起来，取长补短，保证在任何情况下，舰艇不致迷失方向。

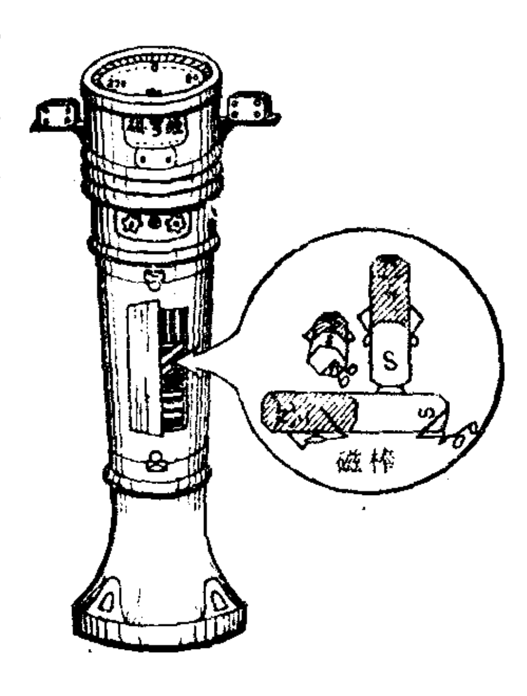
为什么磁罗经在舰艇上能指北?

当你拿一块磁铁靠近指北针，你会发现指北针被磁铁吸动，偏离指北的方向。这是因为磁铁本身有一个磁场，指北针受到地球磁场和磁铁磁场的共同影响，就不会指向地磁北极了。

如果你拿着指北针走上舰艇，也会出现同样的现象，道理也是一样，因为舰艇的舰体，全部是用钢铁建成的，受到地球磁场的磁化，就象一大堆磁铁一样。指北针靠近这样一堆大磁铁，当然不能指北了。

既然指北针放在舰艇上不能指北，那么根据指北针的原理制作的磁罗经，装在舰艇上为什么能指北呢？

我们掌握了舰艇上指北针不能指北的道理，可以采取措施，消除舰艇磁场的影响，使磁罗经仍然能指出地球磁北极的方向。



假如你打开罗经柜的小门，就会看到罗经盆底下放着很多纵的、横的、垂直的磁棒。就是这些磁棒，在罗经盆下形成一个新的磁场。当这个磁场使罗经偏离的力量，和舰

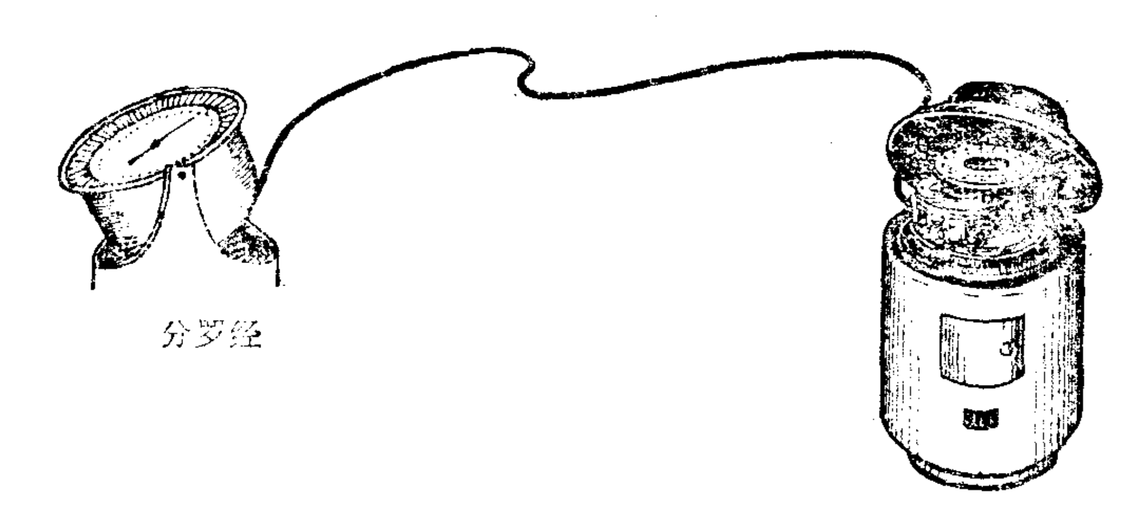
艇磁场的力量刚好方向相反，大小相等，相互抵销时，罗经就只受地球磁场的影响，指向磁北极了。这好比拔河比赛，当双方拉力相反，力量相等时，绳索上的标志就在比赛中线上停留着一样。

磁罗经受舰艇磁场的影响而产生的偏离，叫做"罗经自差"。舰艇上的航海人员，可以在港湾附近，利用已经知道方位的目标，测出罗经自差的大小，安放移动磁棒，纠正罗经的偏差，这叫做"消除自差"。

为什么陀螺罗经能指北?

陀螺罗经，是现代舰艇的主要航海仪器。它没有磁铁，又不依靠地球磁场的作用，为什么能够指北呢？

顾名思义，陀螺罗经是根据陀螺的特点来指北的。小朋友很爱玩陀螺，陀螺转起来就能够直立不倒。如果从物理实验室找一个自由陀螺仪，还可以进一步做个有趣的实验。在自由陀螺仪中间有一个转子，转子架在水平环上，水平环架在垂直环上，垂直环可以在垂直框架上转动。这样，转子的轴就可以上、下、左、右自由转动了。当转子高速转起来以后，不管你怎样移动和转动它的底座，转子的转轴始终指向原来的空间方向，这是自由陀螺仪的第一个特性——指向性。小朋友玩的陀螺之所以直立不倒，也是因为转轴



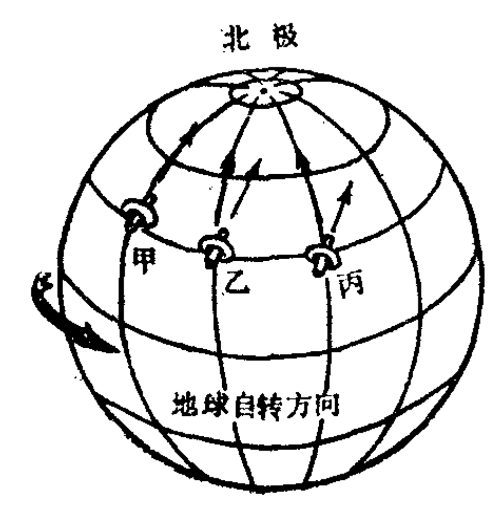
主罗经

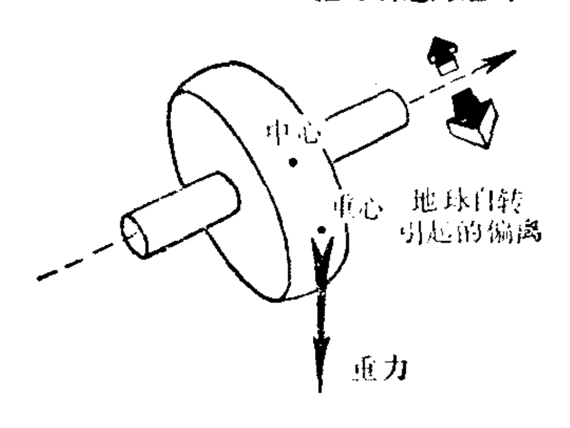
具有保持垂直于地面方向的指向特性。

自由陀螺仪还有一个怪的脾气，假如你在转轴上加一个力量，要想把转轴压下去，它偏不下去，反而向水平的方向转动。力量加得越大，转得越快。这就是自由陀螺仪的第二个特性——进动性。

陀螺罗经有一个电动高速旋转（20000转/分）的转子，装在悬浮于特制液体的球内。当舰艇改变航向时，陀螺仪的转轴仍然指向空间原来方向。大家可能产生疑问，保持指向空间一定方向不变和保持指北不变是不是一回事呢？看看下面这个图就明白了。

由于地球不断地从西向东自转，陀螺罗经转子的轴在甲处虽然指向地球北极，等转子随地球转到乙处时，还是保持指向空间原来方向的转轴，已经向东偏离地球北极的方向一个角度了。所以陀螺仪有指向性，不等于就能维持指北。





为了使陀螺罗经能维持指北，在构造上有意把重心设计得低一点。在正常情况下，转轴向上翘起一个小角度，使重心和中心不在一条垂直线上。利用进动的特性，重力向下，转轴水平的向西转。当向西进动的角速度和地球自转引起向东偏离的角速度相等时，罗经就能维持指北了。

为什么自动操舵仪能自行保持航向?



舰艇起锚出航，操舵兵沉着地扳动操舵手柄，凝视着罗经，舰艇转入新的航向。舰艇在海上，由于风吹、流压，总会经常偏离预定航向。这就需要操舵兵根据罗经操舵，不断纠正偏离。

随着科学技术的发展，舰艇装上了自动操舵仪，它能自行操舵，纠正偏离。为什么自动操舵仪能自行保持航向呢？

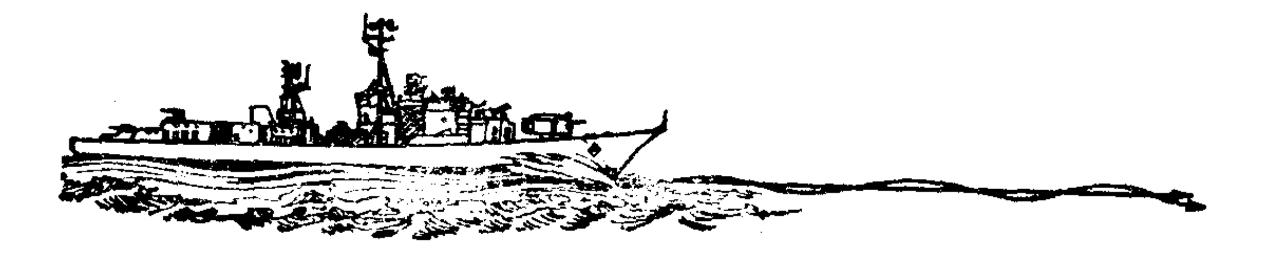
你参观过自动控制的车床，或者自动控制的毛织机吗？

只要工人师傅开动了机器，机器在完成了一项工作以后，自动控制装置获得一个信号，使机器自动转入下一步的工作，直到完成加工零件或编织衣物的全部过程为止。

自动操舵仪能自行操舵，跟自动控制车床的道理也差不多。自动操舵仪有一个陀螺罗经的分罗经接收器，当舰艇偏离预定航向时，分罗经接收器获得偏离的信号，立即转动开关，接通舵机电源，舵机带动舰艇的舵，使舰艇转回原来航向。假如舰艇向另一边偏离，舵机向相反方向转舵。自动操舵仪就是这样不断地纠正舰艇左右的偏离，使舰艇沿着预定航向作微小的摆动而前进。

操舵兵操舵时，可以根据风浪影响的大小，灵活地使用或大或小的舵角，迅速而准确地纠正偏离。有时还可以预先转一定的舵角，顶住风吹浪打，减少舰艇的偏离。因此，自动舵上还装有辅助的装置，供指挥员灵活调整舵角使用。有些自动操舵仪，还可以根据风浪，自动调整舵角。

自动操舵仪并不是什么复杂的仪器，各国舰船早已使用。但是，在半封建半殖民地的旧中国，对内残酷压迫，对



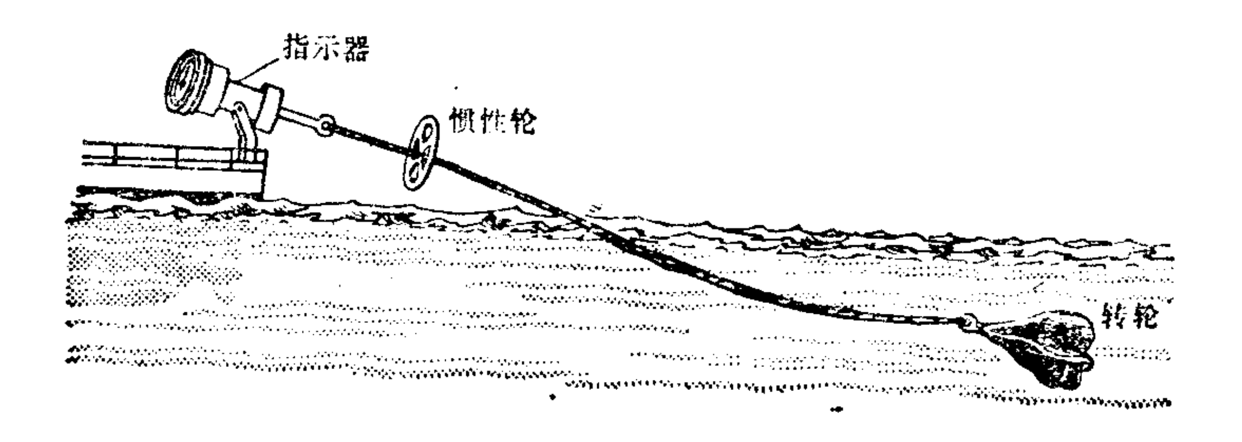
外屈膝投降的反动派，哪管造船工业的发展，更谈不上生产自动操舵仪了。新中国成立以来，在毛主席无产阶级革命路线的指引下，我国已经生产出各种型号的自动操舵仪和各种舰船使用的航海仪器。展望未来，我国造船工业将会以更加飞速的步伐向前发展。

怎样知道舰艇走了多少航程？

车轮滚滚，汽车奔驰在公路上。里程表一公里、一公里地记录着，它告诉人们汽车走过了多少路程。战舰劈开怒涛，潜艇潜游浪底，迷茫的大海，谁来记下舰艇的战斗航程？

我国古代战船，在海上航行一昼夜的路程，叫做“十更”，“更”是古代计量航程的单位。

世界上最初使用的机械计程仪，是一个象螺旋桨一样的旋转器，拖在舰艇后面。舰艇前进，海水冲击旋转器，使



它旋转，并扭转绳索，带动计程指针，指出舰艇走了多少航程。你想，舰艇拖着一根长绳子去打仗，怎能机动灵活地进行战斗呢？

后来，在舰艇的底部伸出一根管子，可以感受海水冲击的压力（即海水的动压力），测出舰艇的速度。舰艇速度和航程存在一定的关系：航程（s）＝速度（v）×时间（t）。用一个计时器控制的恒速电动机，带动一个由测出的舰速控制的滚轮不断转动，数字字码器就能够连续地显示出航程来。这就是水压计程仪，它曾经为舰艇广泛使用。但是，舰底伸出的管子容易损坏，经常收起、放下，又增加使用上的麻烦。

现代舰艇还装备有不伸出舰底的电磁计程仪，它是应用电磁感应的原理制成的。人们在舰底装一个电磁铁，线圈通电流后，舰底产生一个强磁场。舰艇前进时，海水好比导线在磁场中运动，利用两个电极，可以把感应电流引出来，让它控制一个产生航程电信号的半导体线路，根据航速不同，产生不同周期的航程电信号。航程电信号再控制电子数码器，就可以连续指出舰艇走了多少航程。

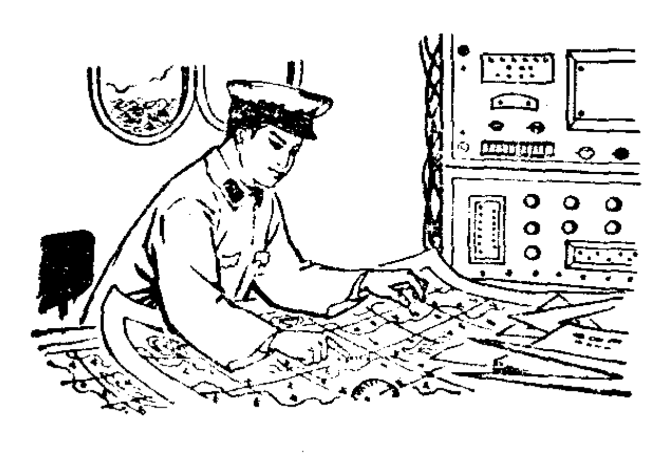
利用海水只能测出舰艇对于海水的相对运动航程，海水本身的流速是测不出来的。为了测量舰艇对于海底的实际航程，现在已经采用多普勒声纳计程仪了。

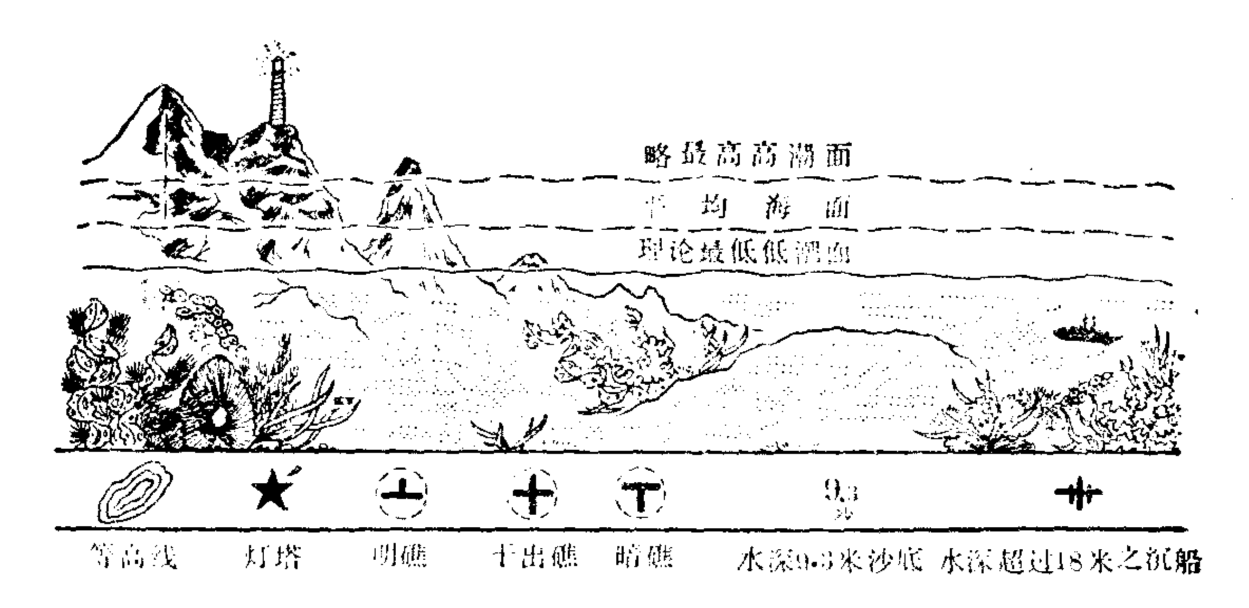
为什么舰艇航行要用海图?

部队行军,需要军用地图;战鹰飞翔,要用航空地图(简称"航图");舰艇出航,要有航海用图(简称"海图")。我国历史上,曾经多次派出庞大的船队远涉印度洋、波斯湾,当时使用过简单的海图,标记着驶向各处的罗经航向、航程和水深等资料。现在的海图,详细地标记着濒海陆地的弯曲岸线、起伏山峦和岛屿,还有那港湾码头和明显的建筑物、天然物等,应有尽有。这无数线条和标号,给海员们清晰地标明着航道。

海图和一般地图不同,它的主要部分,是记载着海区的情况。

成千个水深符号,把海底的起伏展现在人们眼前。在密密的水深符号中,你会找到威胁着舰艇航行安全的危险物。有刚刚露出略最高高潮面的明礁;有落潮时才露出来的干出礁;有埋藏于理论最低低潮面下的暗礁;还有沉船、浅滩等。为了保证海上航行安全,海道测量战士用一砖一石为我们筑起高大的灯塔和灯桩,这些人工的助航、导





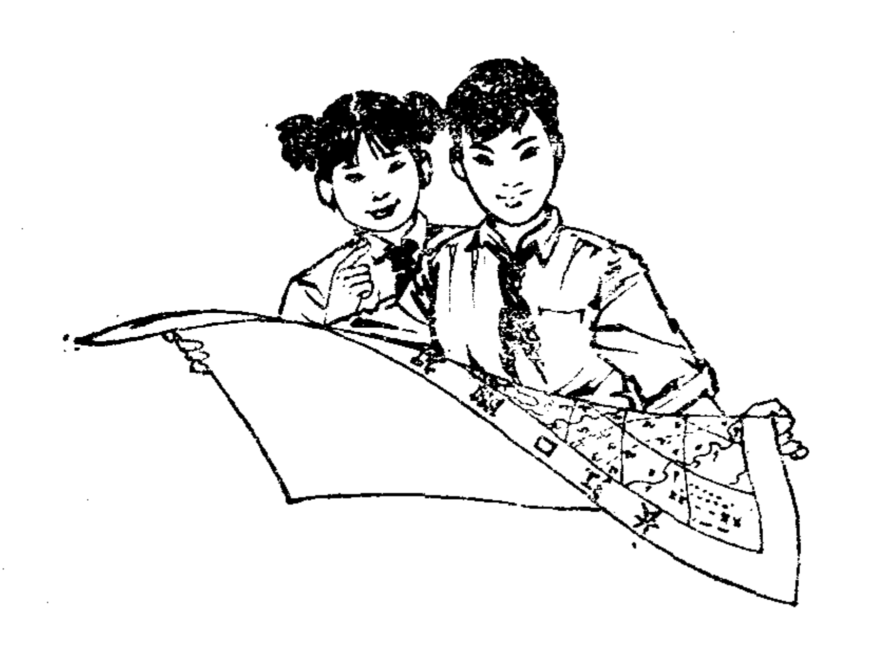
航标志，引导舰艇通过险要航道。海图上可以找到它们座落的位置。

生活在海边的人们，对于涨落潮是很熟悉的。舰艇航行，进出港湾，布雷、扫雷和通过浅水区域，都必须充分考虑涨落潮所引起的海水升降、流向、流速的变化。因此潮差、潮流等潮汐要素也是海图中的重要资料。

当舰艇奉命出航的时候，指挥员从海图上看到标绘的敌舰踪迹，可以了解战区的海情，制订消灭敌人的战斗方案，还可以绘画舰艇战斗的机动情况，记录下英雄人民海军战士用鲜血和生命谱写的胜利凯歌。因此，海图是海军舰艇战斗活动中不可缺少的工具和资料。

舰艇为什么能知道海水的深度？

军队打仗必须知彼知己，才能百战不殆。舰艇航行必



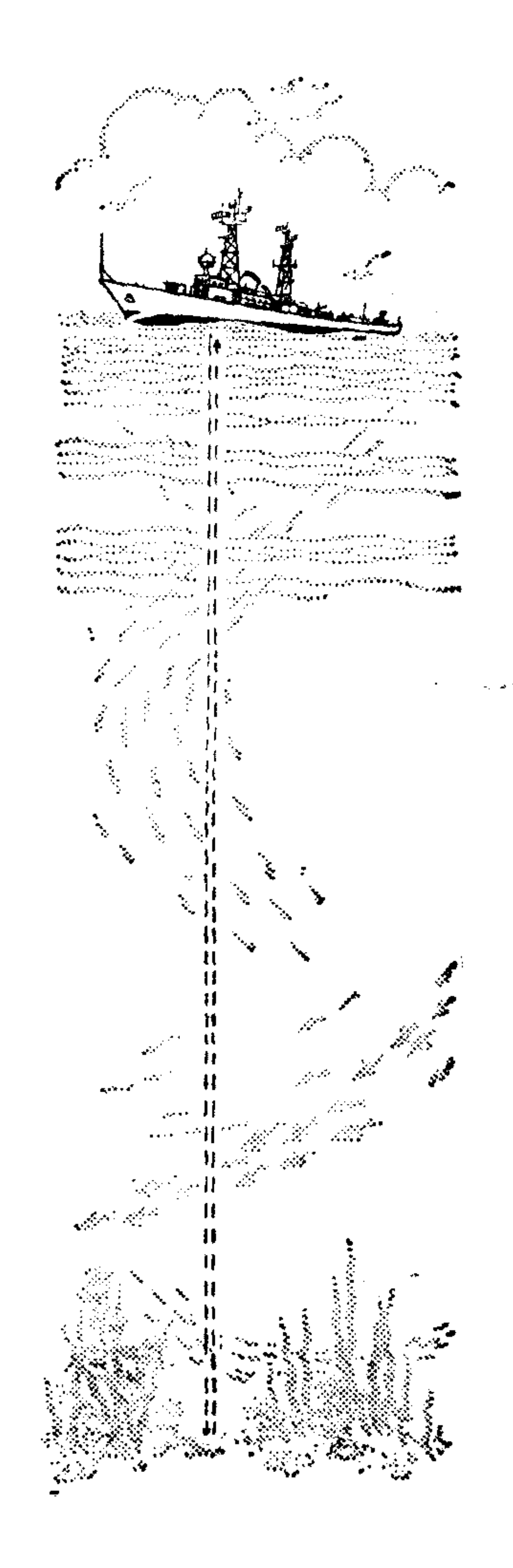
须熟悉海区，才能保证完成任务。当你打开海图，就会看到密密麻麻地标志着海面各处的水深，相同深度的地方有时还用线（这种线叫等深线）连结起来。你可知道，这海图上的一个个数字都凝结着我人民海军海道测量部队的辛勤劳动，他们踏平万顷碧波，走遍荒岛海角，脚印和航迹遍布海防前线。他们测山探海，挥笔描绘出祖国的大好海疆。一张张海图上那千万个水深标号，给海军舰艇指明了航道。那么，水深是怎样测出来的呢？

我国古代战船，用一种叫做掏（又称铜、绳铊、铅锤）的工具，用绳索系紧，索上有标号，扔入海中。等掏沉到海底，绳索垂直，即可收起，测知水深。浅水船只可以用竹、木杆测深。

现代舰艇虽然也保存类似的水铊或测深杆，但主要是使用测深仪向海底发射超声波，根据超声波在水中传播的时间来测定水深的。

测深仪是怎样向海底发出超声波的呢？人们在生产实践中，发现锆钛酸铅晶体有一种奇异的特性：当晶体的两端

加上电压时，就会变形；电压方向相反时，变形的方向也相反。这种特性，叫做“压电效应”。测深仪中装有信号发生装置，能够产生一定频率的交变电压信号。把这个交变电压信号加到晶体的两端，晶体就会按这个频率来回振动。只要振动达到每秒 2 万周以上，就能向海底发射人耳听不到的超声波。



锆钛酸铅晶体不仅能把电压信号转换成机械振动，它还能反过来把机械振动转换成电压信号，具有正反的“压电效应”。从海底反射来的回波引起晶体振动，晶体的两端会随之而产生相同频率的交变电压。发射时是电能转化为机械能；接收时是机械能转化为电能。

测深仪就是利用晶体这种奇异的特性，通过信号发生装置，控制超声波的发射；再用指

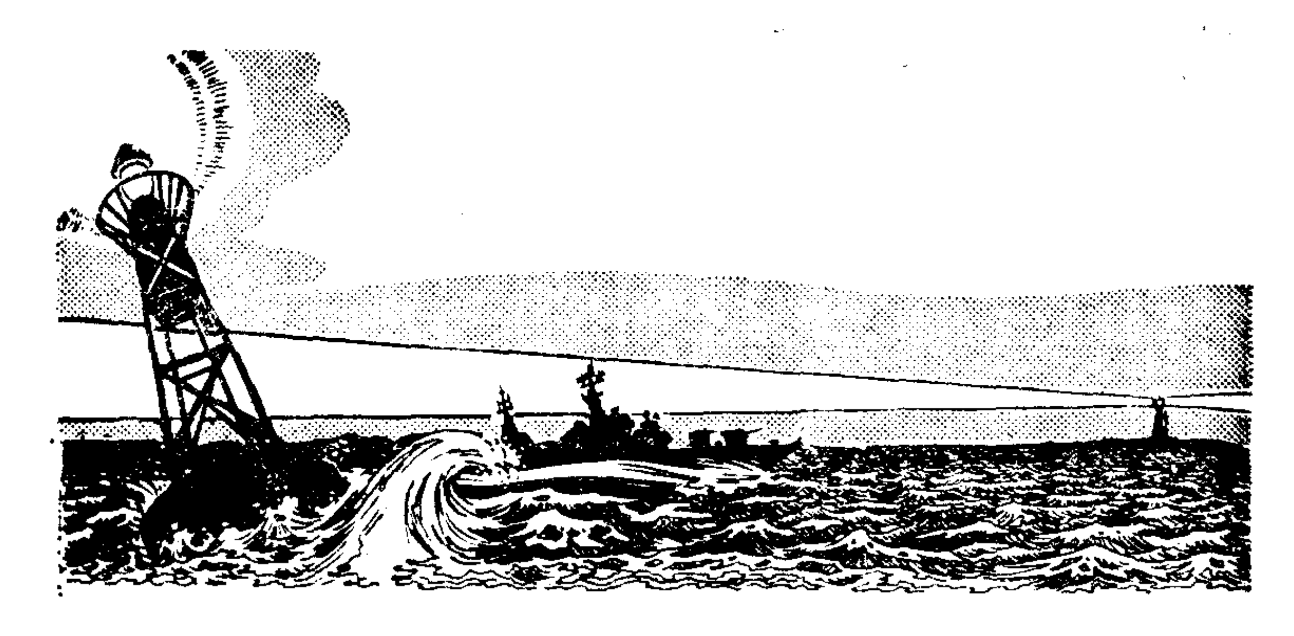
示装置。根据回波在水中传播时间的长短，显示出海水的深度来。

了解海区水深，不仅是为了保证舰艇航行的安全，而且具有更为重要的军事意义。譬如，大型军舰吃水比较深，航空母舰通常要在水深超过20米的海区活动；潜艇通常要在水深超过35米的海区活动；而核动力潜艇则需在更深的海区活动。所以，水深也是分析敌我兵力行动的一个重要参考资料。

舰艇在海上怎样"认路"？

夜海深处，舰艇返航，在那沿岸漆黑的夜景中闪烁着一盏明灯，怎能知道这是渔家灯火还是引航的灯塔呢？当你从海上遥望祖国港湾的夜景时，但见那万家灯火，遍布海滨，要想在灯火丛中找出那指明航道的灯桩，更是不容易了。但是，舰艇指挥员熟知情况，胸中有数。他们可以告诉你：那一个是花鸟山灯塔，那一盏是长江航道的灯浮标。靠着这沿岸航标"认路"，战舰犹如"识途老马"，纵横驰骋在怒涛中。

为了给航船引路，我国劳动人民很早就知道在沿岸设立人工的"路标"。他们在山头上垒石堆，挂大幡，晚上放烟火，挂油灯。公元1760年，澎湖列岛上的渔民还建立了约10米高的灯塔，装上油灯。但是，解放前的近百年中，我国



航标的建设和使用，曾经被帝国主义分子长期控制，成为他们的军舰商船横行的工具。今天，海道测量战士为我们建立了各种航标，引导着我们自己的舰船南来北往。

助航标志的种类很多，有立标或海面浮标。标身涂有明显的颜色，通常用来标志航道和航行的危险物，或供测定舰速和消除罗经自差之用。

夜间的助航标志主要是灯标。在岸边岬角或海岛顶上建立塔形的建筑物，顶部装有照距可达 20 海里的航标灯，这就是灯塔。

沿岸灯塔很多，怎能认出来呢？翻开海图，在灯塔符号的旁边标有例如“闪、红、10 秒”等的字样，表示这个灯塔每隔 10 秒闪一次红光。这就是灯光的发光方式、颜色和周期。发光方式很多，有长明不灭的定光灯；有隔一定时间发出闪光的闪光灯，有两种颜色交替发光的互光灯等等。发现灯塔，对照海图检查灯光的颜色、发光方式和周期，就可以辨认出这是那一个灯塔了。

比灯塔小的装有航标灯的柱状建筑物，叫做灯桩；浮在海面抛锚固定的有灯船和灯浮标；有能够发出音响的雾号装置，还有供无线电器材探测位置的无线电航标。

舰艇在海上既可以利用岸上山峰岬角和海中岛屿“认路”，又可以利用各种人工的航标引航。

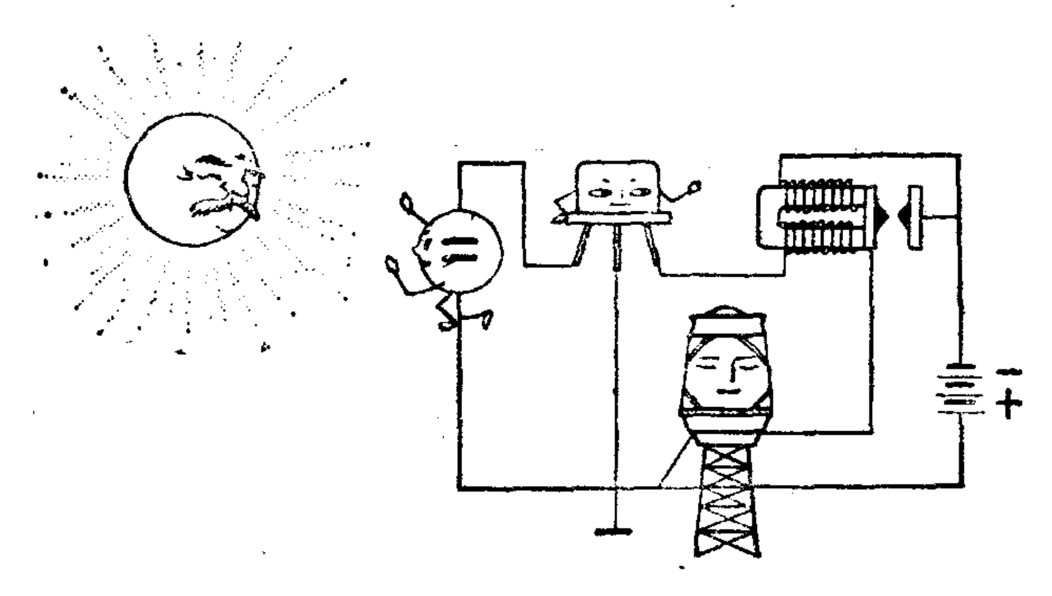
为什么有些灯标白天不亮晚上亮？

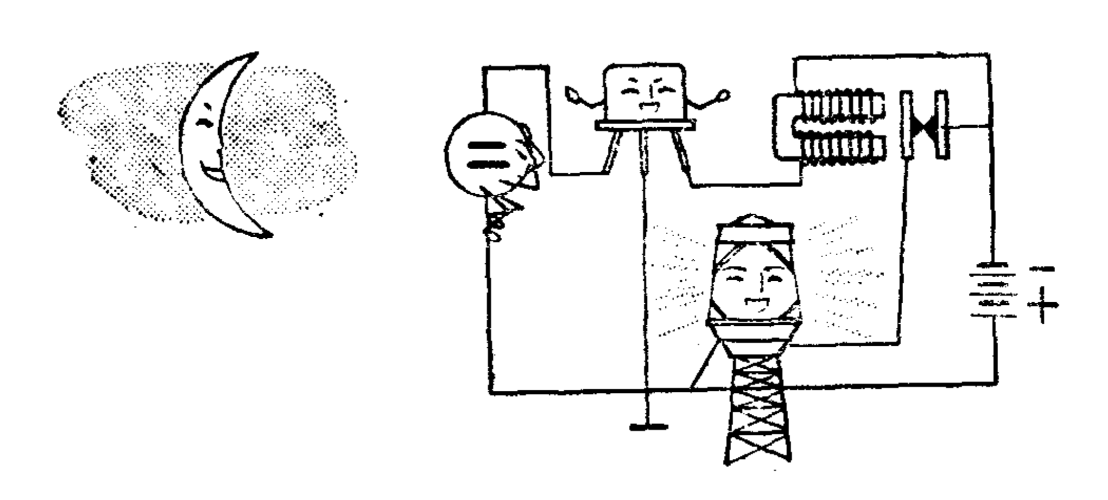
在那浩瀚的大海上，当晨曦万道普照海面的时候，航标灯熄灭了；到夜幕降临时，灯标又开始正常工作，给舰艇指引前进的方向。

为什么灯标白天不亮，而晚上会自动发光呢？

航标灯之所以白天不亮晚上亮，是由于它装有一个晶体管开关控制电路。

我们知道，晶体三极管有个特性，当基极电流有较小的





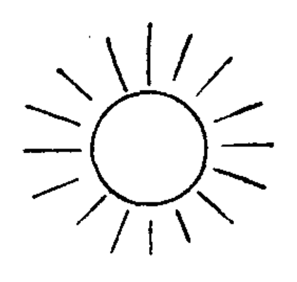
变化时，将引起集电极电流较大的变化；但基极电流超过一定数值时，尽管继续增大基极电流，集电极电流将保持不变。这种现象，称为“饱和”。当基极电流为零时，集电极几乎没有电流通过；这种现象，称为“截止”。另外，半导体硅具有光电效应，当光照射硅片时，将产生电动势，成了一个小电池。这种依靠太阳光照射硅片，而产生电动势的电池，称为“硅光电池”。如果把硅光电池串联在晶体管的基极和发射极电路上，当太阳光照射硅光电池时，基极就有电流产生，太阳的照度达到200～500勒克斯（勒克斯是照度的单位，一般适宜于阅读的照度约为60勒克斯），通过集电极的电流就能使继电器工作，吸动衔铁，使接点分离，灯泡就停止发光。在傍晚和阴雨天气，只要光的照度小于200勒克斯，基极电流减小，集电极电流小于继电器的工作电流，衔铁释放，接点闭合，灯泡就亮了。

利用硅光电池，依靠太阳光的照度来控制晶体管开关，可以节约40%的电池。

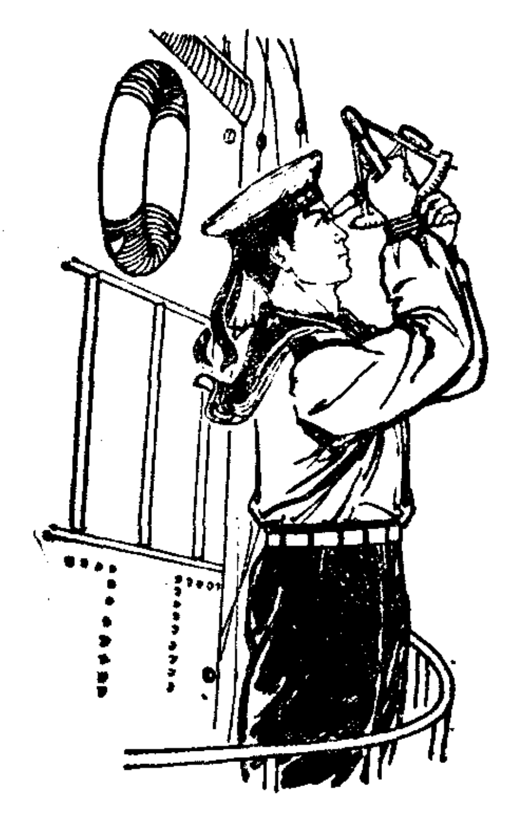
为了保证我舰艇部队荫蔽，出其不意地攻击敌人，灯标

也可用遥控的方法来控制，根据我军舰艇的需要而开关，这就大大地加强了灯标的保密性。

舰艇在海上怎么知道自己的位置？

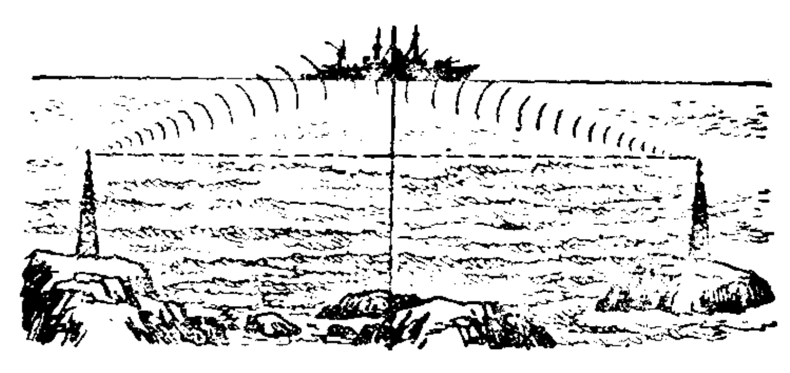


舰艇近岸航行时，海岛山峰，历历在目，只要用罗经同时瞄测几个明显目标的方位，方位线的交点，就是一个比较准确的舰位了。根据观测舰位检查舰艇是否航行在预定的航线上，那是一目了然的。但是，一旦远离海岸，环顾四周，水天一线，看不到半点陆地的影子，舰艇怎么知道自己的位置呢？



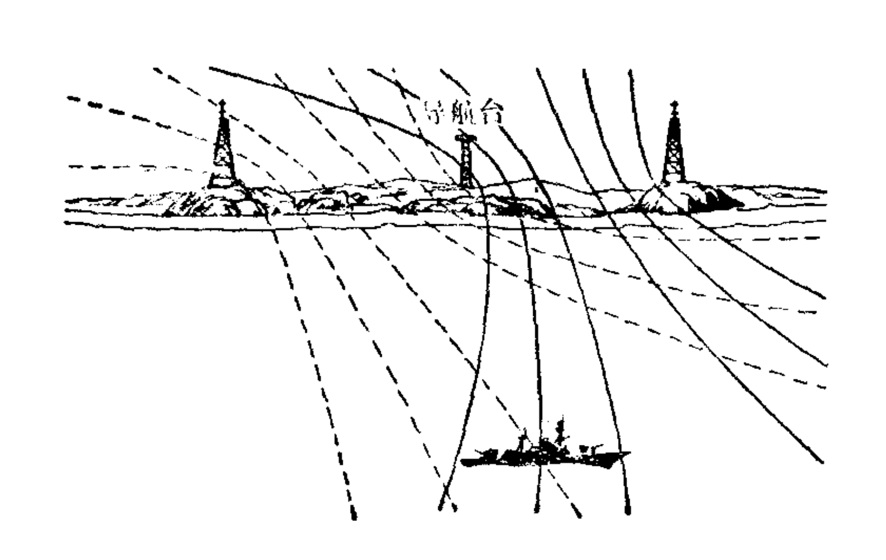
人们很早就利用日、月、星星来引导航行。明代郑和七下西洋用过的航行海图上，记有“过洋牵星图”。这说明我国在400多年前，就能够应用仰观星斗的办法，引导庞大的船队远涉重洋。世界各国应用比较完善的天文定位法，也有200年的历史了。方法虽然古老，但是仪器简单可靠，不依赖岸上的设备。沿用至今，仍然是远岸导航的一种常用手段。因此，舰艇上

都备有观测天体的航海六分仪，指示精确时间的天文钟和计算舰位的航海天文历等表册。目前，能在夜间或阴雨天测天体的新式六分仪，能够自动搜索、跟踪天体。自动解算舰位的仪器设备也有了很大发展，古老的方法出现了新的面貌。



近几十年来，无线电技术广泛应用到舰艇导航上来。雷达能够测定陆地目标的方位和距离；测向仪能够测定岸上导航台的方向，这些都可以用来定位。

无线电定位仪也普遍地装备了舰艇。它可以同时接收岸上一对导航台的信号，测出舰艇和这两个台的距离之差。假如距离两个台等远，距离之差等于零，那么，舰艇一定在两个台联线中点的垂直线上。假如离甲台近，舰艇应该在靠近甲台的某一条曲线上；假如离乙台近，舰艇当然在靠近乙台的某一条曲线上。所以，测一对台可以知道一条舰位线，再测一对台，又得一条舰位线，舰艇



要同时在这两条线上，当然就是在两条线的交点上。这种定位方法比较迅速准确，所以，很快地广泛采用了。

卫星导航，也是一种无线电定位方法。舰艇根据接收卫星发射来的信号和当时卫星的位置就能测出舰位来。

长期连续在水下活动的核动力潜艇，怎样知道自己的位置呢？因为装备有惯性导航系统，不需上浮也可以知道艇位。惯性导航系统，利用高精度的陀螺仪，可以获得潜艇的准确航向；利用加速度计能够精确测定潜艇运动的加速度；有了运动的方向和运动的加速度，可以通过计算机算出潜艇所在的经度和纬度了。

目前，舰艇的导航设备正朝着自动化的方向发展，如自动观测、自动解算、自动绘图，甚至在荧光屏上，可把舰艇航行的情况展现在指挥员眼前。

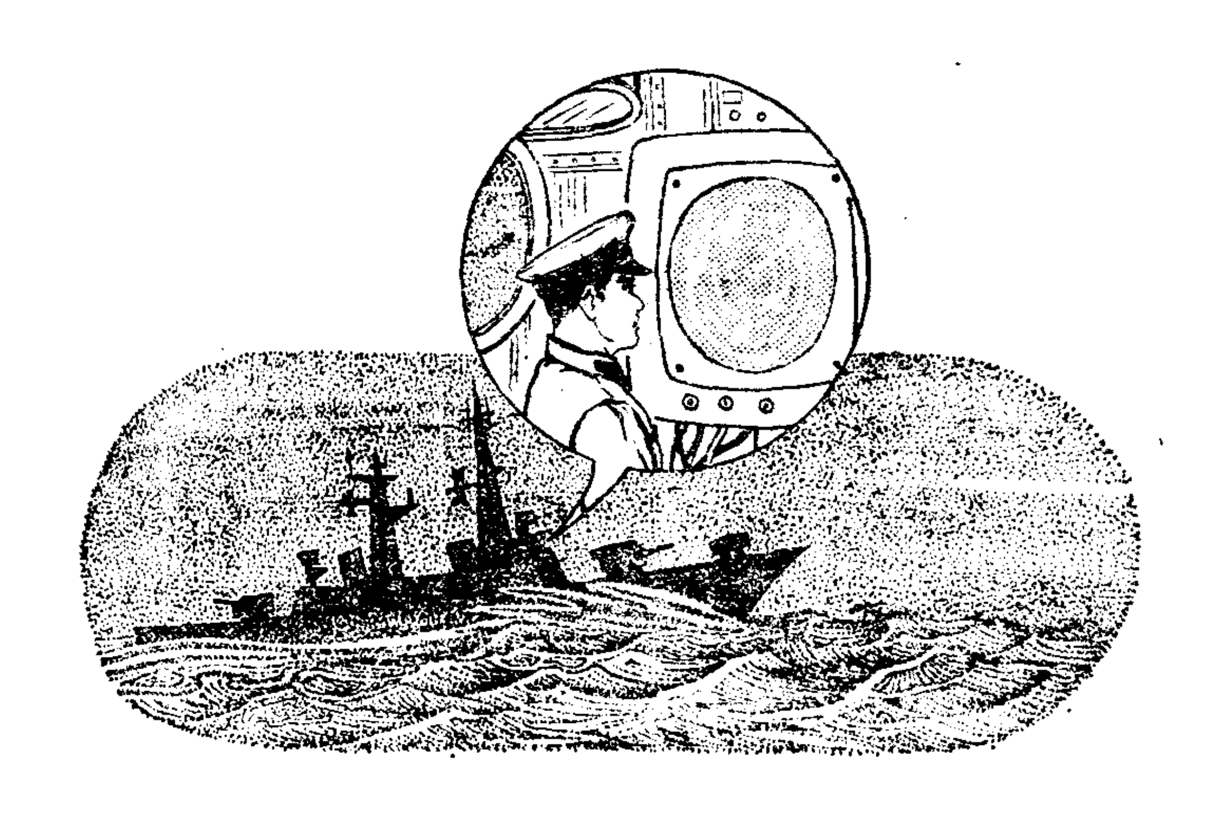
为什么舰艇在大雾天能通过复杂航道？

春夏之交，我国的沿海地区经常刮东南风，南方比较暖的湿空气向北刮，经过海面，由于温度降低，空气中的水汽凝结成雾，所以在这个时候，我国沿海产生的海雾比较多。在浓雾弥漫的海面上，白天看不到目标，晚上看不到灯塔，这给航行中的舰船带来困难，同时又是敌人发动突然袭击的时机，这是不利的因素。但是，事物都是一分为二的。大

雾也给我们提供了出其不意，神速突然打击敌人的有利机会。近战歼敌是我军作战的光荣传统，依靠沿岸复杂海区和夜雾天气，就可能荫蔽接近敌人，实施近战。舰艇指战员必须从实战需要出发，通过不断的实践和训练，取得雾中航行的自由。

在雾中航行，并不是绝对看不到目标，有时茫茫白雾，贴近海面顺风飘来，淡薄的雾顶可能显露出高峰的轮廓。有时阵阵浓雾之间，可以看到若隐若现的岬角、海岛。假如熟悉海区，就能很快地认出来，迅速地测定舰艇的位置。

通常舰艇在迷雾中航行是看不到岛岸目标的，主要是使用雷达引导航行。对照海图可以辨认出雷达荧光屏显现出来的目标。既可以测出目标的方位，又可以测出目标的



距离。测两个目标的方位，在海图上画出两条方位线，它们的交点就是舰位。测得两个目标的距离，在海图上以两个目标为圆心，两个距离为半径，画出两个距离圆，两个圆的交点，也同样是舰位。测一个目标的方位和距离，当然也可以画出一条方位线和一个距离圆，它们的交点也必然是舰位。利用雷达，可以不断给我们提供舰艇的位置。浓雾可以遮蔽我们的视野，却挡不住这无线电的"眼睛"。

在狭窄的航门水道中，有时不需测舰位，只要观察荧光屏，操纵舰艇避开危险物，就能保证舰艇安全航行在两侧岛岸之间。

雷达是要发射无线电波的，容易被敌人侦察了解我们的行动，战时不能随意启用。在不能启用雷达的情况下，怎样通过狭窄的航门水道呢？航门水道中间的水比较深，两侧水比较浅，海图上注有水深的变化情况。舰艇可以启用测深仪连续测量水深，注意水深的变化，判断舰艇有没有偏离，操纵舰艇在航道中间通过。

古代舰船遇上了大雾，船头派水手不断高声呼喊，静听回音以判断前方有没有山岸。现代有些航标上还设有各种雾号。如在风浪中摇摆撞击发声的雾钟，和派专人负责敲击雾锣或燃放雾炮；也有象汽车喇叭那样的电动发响的电雾号；常用的气雾号，是由柴油机带动空气压缩机，并将压缩的空气贮存在贮气瓶中，控制器每隔一定时间输气到发

声器，发声器发出象老牛叫似的低沉音响。舰艇人员静听雾号，可概略判定音响传来的方向和远近。雾号虽是一种古老的装置，用它不能知道舰艇的准确位置，但也不应忽视。

在茫茫雾海中航行，指挥员不能片面绝对地相信和依靠某一种仪器，而应谨慎地利用雷达、测深仪和了望等措施，对周围环境作系统的周密的调查和研究，作出正确的判断，才能保证舰艇顺利完成任务。

为什么灯光、手旗会“讲话”？

人们往往借用手势来表达自己的语言，如用鼓掌表示“欢迎”，用高举的双手来回摆动表示“欢送”等等。

海军舰艇部队在近距离内，也往往用手势来进行“讲话”，手旗通信就是其一例。当然，手旗通信并不象平常打手势那么简单，为了使手旗能互相“讲话”，需要做很多工作。

手旗，每副有两面。用两面手旗以规定的各种不同角度的部位表示字母，几个字母拼起来就表示出字句，这样的通信，叫做“手旗通信”。





用灯光来表达语言，传递信息，这也是大家熟悉的常识。陆上交通，如马路口用红绿灯来表示“不能通行”或“可以通行”；海上交通也要用各式灯标来示意“危险”或“安全”等。不过，这些都只能表达固定的、简单的“语言”。舰艇在进出港或在海上编队航行时，我们会看到经常不断地闪烁着长短不一的灯光，这是在干什么呢？这是舰艇之间或舰艇与港口信号台之间在用灯光“讲话”呢！

灯光分类很多，用于通信方面的，一般有定向灯、手电筒、桅顶灯、红外线信号灯和各种规格的信号探照灯等。灯光通信，是以各种不同的长短闪光来表示汉语拼音字母、英文字母或数目字的一种通信方法。

灯光和手旗，是国内外军队及船舶常用的一种通信工具。它具有简易、方便和不易被摧毁等优点，在近距离通信中被广泛采用。因为这种通信只限于在人们的肉眼或借助于望远镜所能达到的视距范围内进行，所以通常叫作“视觉通信”。

“视觉通信”分国际和国内两种，国际通信以英文字母为单元，国内通信以汉语拼音字母为单元。人们根据一定的通信规则，将每个字的拼音字母（或英文字母）顺序发出，

对方即可根据收到的字母组合成字，不同的字再组合成句，这就是灯光和手旗“讲话”的内容了。

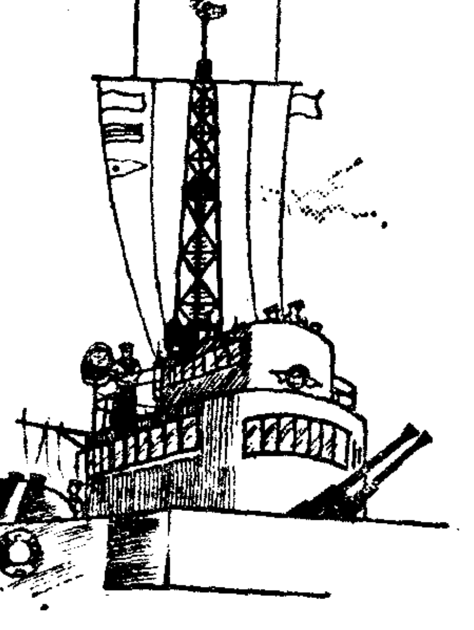
为什么舰艇的桅杆上有时挂着五颜六色的旗帜？

海战，战场辽阔，视界宽广，机动性强，情况复杂多变，风呼海哮，舰艇之间不能直接喊话。

为了搞好通信联络，保障作战指挥及海战的胜利，在现代舰艇上一般都配备有多种通信工具。手旗、灯光通信就是常见的一种视觉通信。在视觉通信中还有一种通信方法，叫做“挂旗通信”。

所谓挂旗通信，就是按照通信规则，利用一面面有着不同颜色和式样组成的小旗，悬挂在舰艇桅杆的旗绳上进行的通信。

每一面旗帜式样、颜色各不相同，各自表示一个字母（汉语拼音字母或英文字母）或数目字或特种含义，几面小旗组合在一起，就能表示一个短句



或表示一个专用术语。例如：黄旗表示“Q”，黄蓝黄旗表示“D”，白圆蓝底三角旗表示“2”，如果把这三面小旗依次组合在一起，它就表示“我要继续前进”。

在海上训练或作战中，舰艇编队需要组成一定的战斗队形，如单纵队、双纵队、左梯队、右梯队等等，而且常常要求很快地由一种队形变换成另一种队形。这时候，用手旗或灯光来传递命令，就显得太慢。如果用挂旗来表示各种队形，只要迅速升起小旗，就能使命令立即下达，舰艇随即机动。

挂旗，还能表示出简单的指挥用语，如“出击”、“转移”、“返航”等等，这样，在一定条件下，就用不着打开无线电台呼叫，使我们的行动更加荫蔽，可出其不意地打击敌人。

舰艇在进出港的时候，也可利用挂旗，把舰船自己的呼号（为保密和方便起见，上级给每艘舰船规定几个字母和数目字作为通信中的呼号）报告给信号台。来往舰船之间，互相致意时也可用挂旗表示。

在重大节日或重要外宾来访时，战舰披上节日盛装，悬挂“满旗”（不仅桅杆两侧的信号旗绳上要挂出“庆祝”或“欢迎”的旗帜，在桅杆至舰船艏、艉之间，也要悬挂五彩缤纷的各式小旗），以表示庆贺或欢迎。

总之，挂旗通信在现代舰船上仍被广泛采用。它不仅可以用作我军内部通信，而且还可用作与外国舰船之间通

信，它是一种不可缺少的舰船视觉通信工具。挂旗通信和手旗通信，统称为旗号通信，而旗号通信和灯光通信，又叫做视觉通信或简易通信。

为什么无光信号灯能通信？

在舰艇上，人们常见的信号灯在通信时，总是发出一道道长短不一的有节奏的亮光，传递着指挥员的命令和指示。这种发光信号灯简易、方便，通信距离也较远，但是很容易暴露自己，以至严重影响我战役、战斗的胜利。

毛主席教导我们："要把敌人的眼睛和耳朵尽可能地封住，使他们变成瞎子和聋子"。这就要求部队行动尽量做到秘密荫蔽。因此，在现代海军舰艇上，通常都装有一种不发出亮光的信号灯，它能担负起发光信号灯同样的使命。

那么，什么是无光信号灯呢？为什么无光信号灯能通信呢？

无光信号灯，实际上也是一种有光源的信号灯，不过这种信号灯对外不发出亮光，只发出一种比可见光的频率略低的电磁波（可见光频率为390万兆周～750万兆周的电磁波），这种频率比红光稍低的电磁波射线，叫做"红外线"。利用红外线做成的视觉通信工具，叫做"红外线信号灯"，这种光肉眼看不见，所以又称为"无光信号灯"。





红外线信号灯和普通信号灯一样，光源都利用白炽灯，不过红外线信号灯的光源灯泡，结构比较特殊，它是用两组钨丝组成，分强弱两个光源，根据通信距离远近，选用不同光源；另外，在红外线信号灯外边都罩着一层特制玻璃，叫做“滤光玻璃”。这种滤光玻璃有个特点，它只让红外线通过，而不允许其他光通行。

既然红外线肉眼看不到，为什么红外线信号灯能通信呢？原来，利用红外线进行通信时，通信双方还必须配备有一种能够看得见红外线的仪器，这种仪器叫做红外线望远镜。因此，象普通信号灯一样，海军信号兵利用红外线信号灯，并借助红外线望远镜，就能进行红外线通信了。

红外线信号灯，除了能完成灯光通信的一般任务外，还能在辅助设备的控制下，不断地自动发出一种识别信号；根据识别信号，在复杂的战斗中，能够很方便地区分敌我。

红外线通信一般不受气象条件限制，而且荫蔽性较好，它是海军舰艇部队视觉通信的一种重要工具。

为什么舰艇上的无线电天线形状不一样？

天线是用来发射或接收电磁波（也叫无线电波）的一种设备。发射天线，是将高频电流能量转换为电磁波能量的设备；接收天线，是将电磁波能量转换为高频电流能量的设备。由此可见，天线是一种能量转换器。一根天线，它不仅可以作发射天线，也可以作收信天线，而且其基本特性是相同的。

高频交流电通过天线的时候，要向四面八方发射电磁波。实验证明，天线向各个方向发射的电磁波的强弱，一般是不一样的，有的方向性强，有的方向性弱，这种现象，叫做天线的"方向性"。

高频交流电通过天线时，一部分能量随着电磁波发射出去，一部分能量却消耗在天线和周围的物体上。天线效率的高低，是衡量天线好坏的一个标准，显然，发射出去的能量越多，消耗的能量就越小，天线的效率也就越高。在使用天线时，应尽量设法提高天线的效率，保证远距离的通信质量。

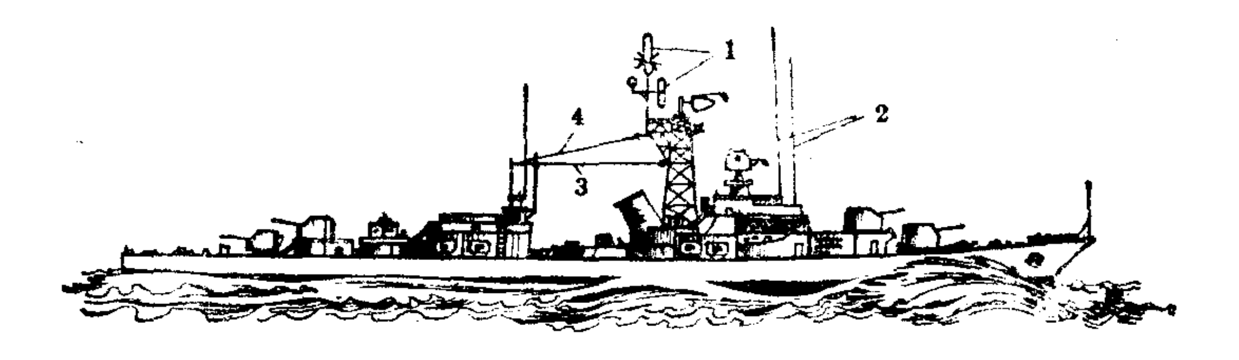
天线的方向性，天线的效率，都与天线的形状、尺寸、架设方式、架设高度以及电磁波的波长有关。

事实证明，电磁波的频率越高（即波长越短），则天线可

以做得越短；反之，如果电磁波频率越低(即波长越长)，则天线必须做得越长。一般说来，天线的长度应为波长的四分之一以上。

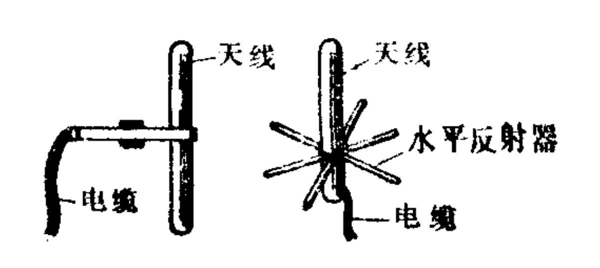
同样一种天线，架在岸上和架在舰艇上，特性有很大的变化。因为电磁波受舰艇甲板、桅杆、烟囱和其他上层建筑物的影响比岸上大。由于舰艇甲板都是良好导体，所以舰艇天线接地电阻比岸上天线小得多；另一方面，舰艇天线受周围上层建筑物的影响比较大，增加了涡流损耗(在高频电磁场的作用下，舰艇天线附近导体内部产生一种旋涡状的电流，称为"涡流")和其他损耗，因而舰艇天线的损耗要比岸上的损耗大得多；再者，舰艇天线相互间靠得比较近，加上周围物体的影响，所以天线的辐射方向具有较大的不均匀性。

舰艇根据任务需要，一般都配备各种型号的无线电通信设备，它们的工作频率有高有低。为了尽可能提高天线的效率，保证无线电通信联络，同时又考虑到舰艇的具体条



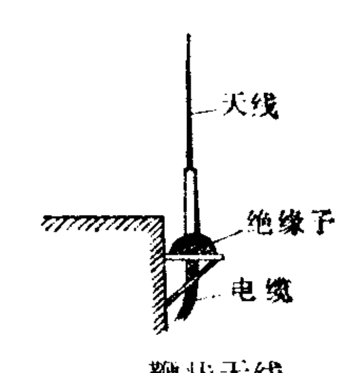
1. 棒状天线； 2. 鞭状天线； 3. Γ形天线； 4. 斜天线。

件，因而在舰艇上一般都需要安装各种形状的天线。舰艇常用的天线，归结起来有以下几种：



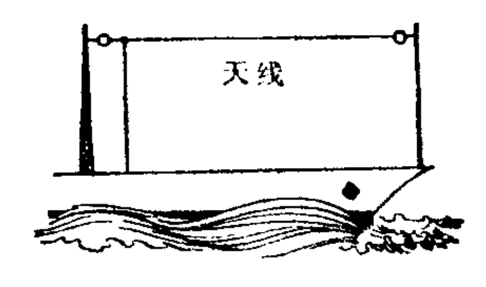
棒状天线

棒状天线，它是一根长约1米的金属棒，专门用于频率极高的超短波（波长为1～10米的电磁波）通信，所以也称“超短波天线”。一般的舰艇上都安装有这种天线。



鞭状天线

鞭状天线，它是一根直立的金属导体，形状象根鞭子，所以叫“鞭状天线”。舰艇用的鞭状天线，通过软电缆接到电台的天线柱上。鞭状天线的长度等于工作波长的四分之一或八分之五时，发射能力最强，即天线效率最高。天线越短，发射能力越弱。舰艇常用的鞭状天线有4米、6米，最长的达10米左右，这种天线和棒状天线一样，一般舰艇都有，它常用于超短波通信。



Γ 形天线

Γ 形天线，为了提高天线的效率，有时在直立天线的顶端加一段水平天线。象英文字母“L”的倒写，所以称它为倒L天线。它的发射效率比鞭状天线高，常用于短波通信，一般都安装在大、中型舰艇上。

斜天线，有些舰艇比较小，没有前后桅杆，不能安装Γ形天线。只好将天线一端固定在指挥台，另一端固定在舰艇的后甲板上，这种天线和Γ形天线差不多，一般都用作短波通信。通常都安装在护卫艇、快艇、猎潜艇和潜艇上。这种天线和Γ形天线一样，都具有方向性，在使用时必须注意。

总之，为了保障舰艇在海上战斗活动中的通信联络，一般都配备有各种工作波长的无线电设备，考虑到天线的发射效率，直接与工作波长和舰艇的具体特点有关，因而在舰艇上通常都架设有各种不同形状的天线。

为什么有些舰艇要安装多种雷达?

第一次世界大战后期，随着火炮、飞机等远程攻击武器和高速机动兵力的迅速发展，原有的望远镜等观察工具已不能满足战争的需要了，观察手段出现了新的飞跃。人们经过反复研究，终于制成了一种利用无线电波搜索、测定、跟踪目标的仪器，当时人们把它叫做"无线电侦察和定位"设备。现在我们所说的雷达，就是英语"无线电侦察和定位"的缩拼字"radar"的音译。至今，世界各国都把它叫做"雷达"。从此，观察领域开创了新局面，几十年来，雷达技术飞速发展，观察距离从原来的几公里、几十公里发展到今天的几百、几千公里，而且它不受气象条件限制，无论是夜间还

是浓雾，都能看到目标。目前，雷达已广泛地应用在国防、科研、工农业生产等方面，成为现代观察手段中出色的工具，无愧为科学的“千里眼”。

海军舰艇部队，长期战斗生活在海上，为保证舰艇航行安全，保障武器攻击的准确性，掌握敌人动态，舰艇上通常要安装多种类型的雷达，如：导航雷达、警戒雷达、侦察雷达、识别雷达和攻击雷达等。

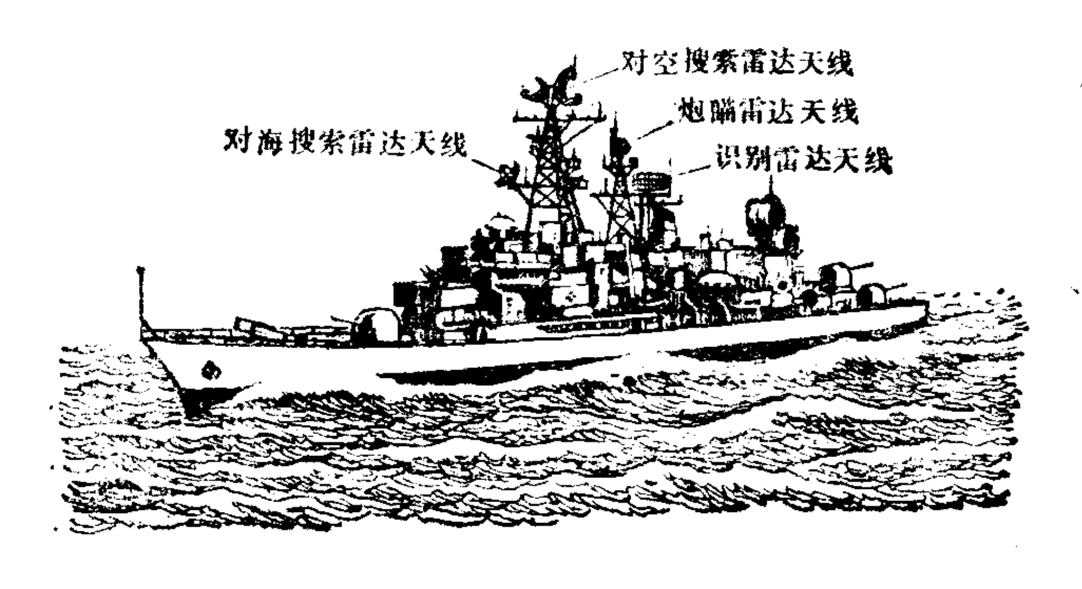
导航雷达，是专门保障舰艇航行安全用的一种雷达。它的观察距离虽然比较近，通常在几十海里范围内，但它测得的目标数据（方位、距离等）比较准，能有效地保障舰艇在夜间、雾中或气象条件不好的情况下安全航行。为配合导航雷达工作，有些舰艇还安装有“气象雷达”，这种雷达能观测到几百海里以外的暴风雨、雷雨、浓雾、台风等自然现象，为舰艇及时提供气象情报。

警戒雷达，它的主要任务是保证舰艇实施对海、对空警戒。这种雷达功率比较大，观察距离比较远，一般在数百海里至数千海里，它是舰艇上警惕地监视海空动向的“无线电哨兵”。这种雷达通常还和侦察雷达配合使用，因为侦察雷达本身不发射电磁波，它只接收电磁波，不可能被敌人察觉，比警戒雷达的荫蔽性好。由于警戒雷达的电磁波要往返传播，而侦察雷达接收的是单向传播的电磁波，相对说来，侦察雷达的探测距离要更远些。不过，它不能测得敌人

的距离，只能用于侦察敌人正在工作着的各类雷达，分析其兵力和行动企图，积累敌人电子设备情报，这是一种被动式雷达。

识别雷达，是专门用来识别敌我的一种雷达（又叫"敌我识别器"或"询问机"）。当警戒雷达等发现飞机、舰艇后，为区分敌我，往往用识别雷达发出一个预先规定好了的询问信号，根据对方自动发出的回答信号，就可以判别敌我，这好比哨兵或巡逻兵在夜间互问口令一样。这样，就能在复杂的战斗中区分敌我，不致误伤自己，放跑敌人。

攻击雷达，它是给火炮、导弹等武器实施攻击时，提供射击要素，控制导弹准确命中目标的一种专用雷达。攻击雷达，根据它们的任务又可分为保障火炮攻击用的"炮瞄雷达"和保证导弹攻击用的"制导雷达"两种。攻击雷达是火炮和导弹的"无线电瞄准手"，它是现代舰艇上不可缺少的一种雷达。为配合攻击雷达更好地保障武器进行攻击，在



有些舰艇上，还安装有一种专门给武器系统指示目标的"目标指示雷达"，和测定空中目标高度的"测高雷达"，以及能够测定空中目标高度、方位和距离的三座标远程搜索、监视雷达等。

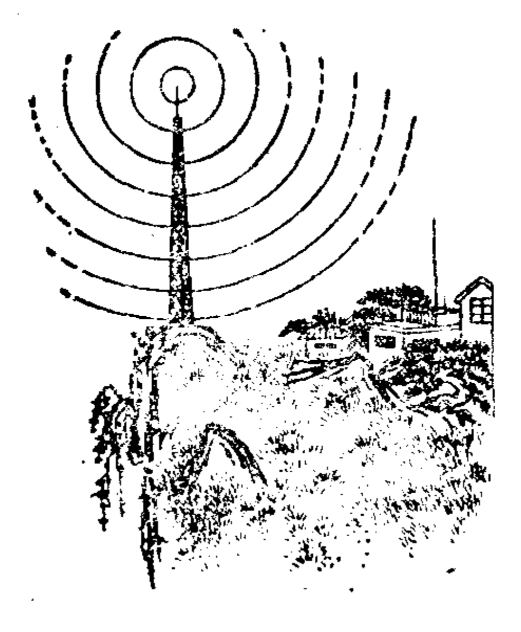
雷达是现代战争中重要的观察手段之一。根据各种舰艇所担负的任务，可配备和安装各种类型及数量的雷达。

为什么陆上能与水下潜艇通信？

电磁波传播速度很快，在空中能传播很远很远的距离，可是它在水中传播时，会被水吸收而产生热量，造成能量的损耗。一般说来，电磁波在水中最多只能传播几十米。所以在水下航行的潜艇与潜艇之间，是不能利用无线电进行通信联络的，而只能依靠水声通信站，解决水下潜艇间的通信联络问题。

那么，陆上或水面舰艇能不能利用无线电与水下潜艇进行通信联络呢？我们说，可以而且必须利用无线电进行通信联络。这是为什么呢？

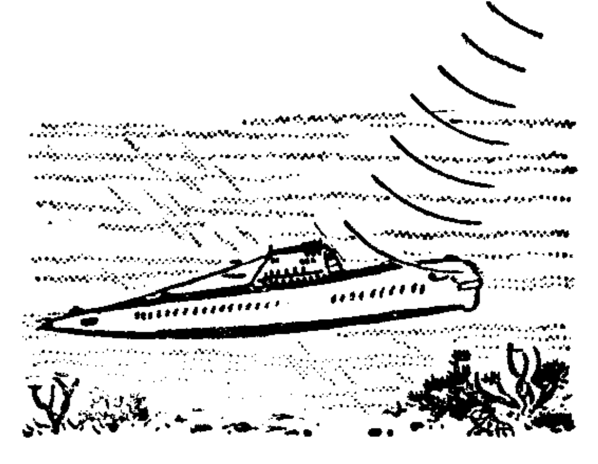
在回答这个问题之前，我们先来谈谈电磁波的传播特点：电磁波掠过地面或穿过障碍物时，地面或障碍物中将产生感生电流，因而要造成能量的损耗，这种现象叫做"吸收"。其吸收的多少，决定于电磁波的频率及物体的导电性



能。频率愈高，吸收愈多，即损耗愈大。至于吸收与物体导电性能的关系，则看电磁波是穿透，还是掠过。若是掠过（即沿物体表面传播），则导电性能愈好，损耗愈小。例如：电磁波在海面上传播比在陆地损耗小，因而传得远；若是穿透，结果正好相反，物体导电性能愈好，损耗愈大。

我们可以看出：对于同一种物体（例如水），在导电性能一定的情况下，电磁波的穿透本领取决于频率的高低。频率高，吸收多，即电磁波的能量损耗快，所以穿透深度小；反之频率低，则吸收少，即电磁波的能量损耗慢，穿透深度就大。

实验证明：频率较高的短波或超短波，只能穿透几米的水深；而频率较低的长波（波长为1000～10000米），却能穿透几十米的水深。



由此可见，如果陆上电台利用长波发信，那么，处在水下的潜艇用不着浮出水面，只要处在一定的深度，就可以收到陆上电台发来的电波了。这就是目前陆上与

水下潜艇进行联络的长波通信。有人要问：这里只解决了陆上发信、潜艇收信的问题，而潜艇是怎样发信的呢？

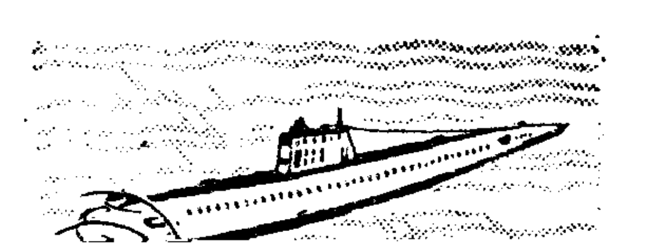
潜艇是不能在水下发信的。发信必须要有天线，潜艇在水下，天线被海水包围，发射出来的电磁波能量，很快会被水中产生的感生电流消耗殆尽，即使剩下一点，也不能传向遥远的地方。因此，目前潜艇发信，一般都浮出水面，或处于潜望镜深度，它以极快的速度发报后迅速下潜。为了适应潜艇远距离的水下活动，保证收听潜艇快速发出的电报，在陆上，通常要建立几个大功率长波发信台(功率为几十千瓦至几千千瓦)和几个对潜收信中心。这样，陆上与水下潜艇之间的无线电通信联络问题就解决了。

为什么潜艇在水下能相互通信？

通信联络，对保障作战指挥极端重要。在陆上，部队之间可以利用有线电话通信，还可利用无线电以及灯光、手旗等工具进行通信。战斗在蓝天的飞机或航行在茫茫大海上的舰艇，相互间的通信，就不能用有线电了。而遨游在水下的潜艇，既不能用有线电，又不能依靠无线电，更不能用灯光、手旗进行相互的通信联络。那么，水下潜艇相互间的通信怎么办呢？

我们知道，电磁波很容易被海水吸收，因此它在水中的

传播距离很近。而声波在水中传播的距离较远。人



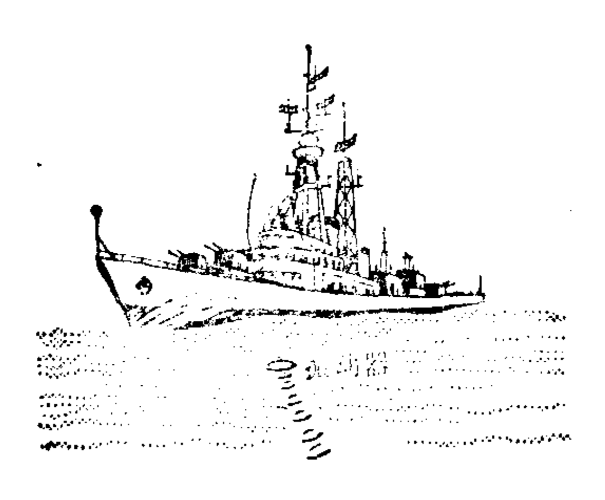
可发，又可收；既可通报，又可通话。这就是水声通信的基本原理。

水声通信站除了能通信外，还可以用它来测定潜艇之间的距离，具体方法是：当甲方要测定乙方的距离时，甲方按一下发射控制，发出声波信号，在此同时，启动距离指示秒表；当乙方接到甲方信号后，立即自动发出一个回答信号，甲方收到乙方回答信号后，随即控制距离指示秒表停止转动，这样，距离指示秒表就可以指示出双方的距离了。距离指示秒表和普通秒表相仿，不过它所指示的不是时间而是距离（根据声波在水中的传播速度和所需的时间换算得来）。

水声通信站工作时，要发射声波信号，自然也会暴露自己。因而在进行水声通信时，要非常注意荫蔽。一般情况下，当潜艇发现在自己的周围有可疑目标时，应停止水声通信站的使用。这时，可利用潜艇的声纳，根据敌我双方舰艇的骚音特点，判断敌我，并决定自己的运动方向，独立地进行战斗。

为什么舰艇能发现水下潜艇？

声波可以在气体、液体、固体中传播；声波碰到墙壁、山头等障碍物时，还会产生反射现象。古代航海家曾用高声

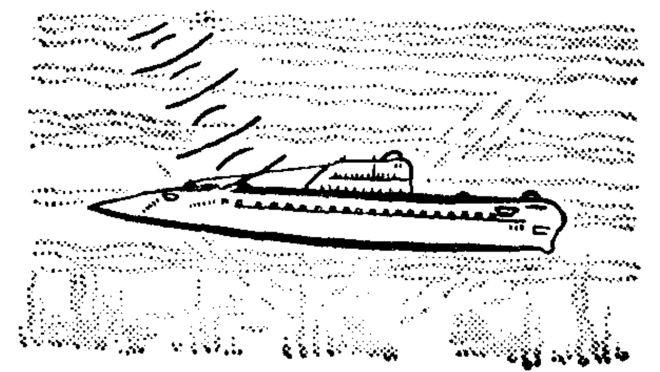


喊叫的回声，来探测前方有无山头、岛屿，确保船只在夜间或雾中航行的安全。

人们常见的蝙蝠虽有眼睛，但视力很弱。为什么它能在漆黑的夜里灵活准确捕捉飞虫呢？经过实验，人们发现蝙蝠在夜间飞行，不是靠眼睛看，而是靠耳朵听。因为蝙蝠在飞行时，能从喉内产生超声波，通过口或鼻孔发射出来，再用耳朵接受被障碍物（或食物）反射回来的超声波信号，由此来判定目标和它的距离。蝙蝠这种以超声波的回波来探测目标的方式，叫做“回声定位”。

第一次世界大战后，随着潜艇的出现，水下观测手段成了迫不及待、急需解决的课题。由于无线电不能穿透海水，人们从自然界得到启发，着手研制象蝙蝠那样利用超声波的回波来探测目标的仪器。不久，终于制成了一种用于观测水下目标的“声波探测器”，现在通称“声纳”。

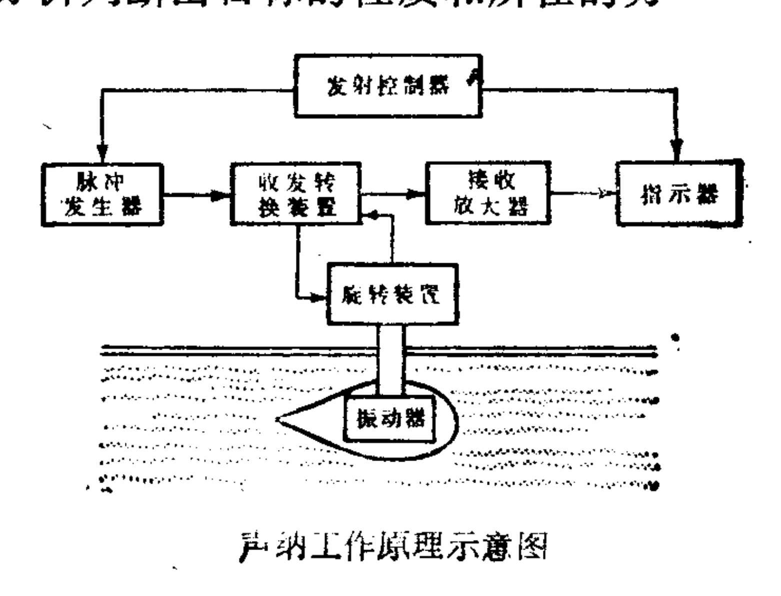
声纳和雷达相仿，它也是由发射机、接收机和指示器等基本部件组成的，不同的是它有个专门把电能变成声能，或把声能变成电能的装置，叫做“转换装置”。雷达发射和接



收电磁波的部分，叫做“天线”；而声纳发射和接收声波的部分，叫做“振动器”，又叫“换能器”。

声纳工作时，发射机产生电振荡信号，通过转换装置激发振动器，使它产生超声波信号发射出去；当超声波碰到目标后，反射回来被振动器接收，通过转换装置变成电信号，经接收机放大后送到指示器。根据指示器的显示特点，可以判别目标的性质。根据超声波在水中的传播速度，以及超声波往返所用的时间，换算成距离。这就是声纳的基本工作原理。

声纳的工作方式一般有两种：一是声纳只接收而不发射。因为各种舰艇、船舶在航行时，都会发出各种不同的声响，这种嘈杂的声响常会骚扰声纳工作，这种有不同频率的声波掺杂在一起的声音，称为“骚音”，它主要是由动力机械的振动和螺旋桨的打水的节拍声所组成的。根据各种舰艇、船舶的骚音特点，可以分析判断出目标的性质和所在的方位。这种工作方式，最大特点是荫蔽性好，但它的弱点是不能测出目标的距离，因此它只能给目标定向而不能定位。专门利用骚音来测定目标的声纳，通常称



声纳工作原理示意图

为“骚音站”。声纳的另一种工作方式，是利用回音来测定目标的方位和距离，利用这种方式工作的声纳，叫做“回音站”。既可用骚音定向，又可用于回音定位的声纳，称为“综合站”。在有些水面舰艇和一般的潜艇上，都装有综合站或回音站。

声纳不仅可以发现水下目标，而且还能发现水面目标；声纳既可以发现活动目标，也可发现固定目标，还可用来测定水深或用作水下通信。声纳是目前海军舰艇部队，特别是潜艇部队主要的水下观测工具。

为什么潜艇在水下能发现水面目标？

潜艇，担负着海上突击、侦察和运输等任务。它可以荫蔽地埋伏在港口和重要交通线上，积极地寻求战机，出其不意地来一个猛烈的导弹、鱼雷攻击。或者荫蔽地潜入敌人的军港里，侦察敌人的动向，向停泊着的舰艇或船只发射导弹、鱼雷。

除此以外，潜艇还可以通过敌人的防区，向被封锁的基地输送物资。正由于它具有一般水面舰艇所没有的特长，因此潜艇至今仍为世界各国所重视。

为什么潜艇能安全无误地长时间潜航在大海深处，而又能准确地发现和攻击敌人呢？原来，在潜艇上装备有各

种各样的观察仪器，它们象潜艇的眼睛一样，不间断地观察水下和水面上的动静。

早期的潜艇，没有解决水下观察问题，对水面上的目标是利用一种光学仪器——潜望镜进行观察的。潜望镜由物镜、目镜和反射透镜及金属管等部分组成，物镜在上，目镜在下，连接物镜和目镜的金属管子可以上下升降，这样，潜艇不需要浮出水面，只要把潜望镜的物镜部分伸出水面，就可以观察到水面情况。潜望镜不仅有可以在水平方向作360°转动的指挥潜望镜，而且还有能使物镜上下俯仰一定角度的对空潜望镜，所以它能观察海面和天空的情况。它不仅能看到目标，而且结合其他设备可以测出敌舰的方位、距离。有了潜望镜，就能保证潜艇的定位和保障鱼雷攻击。但是，潜望镜不能观察水下目标，早期的潜艇就难免撞上别的潜艇或暗礁、水雷等。第二次世界大战期间，因此而沉没的德国潜艇就有100多艘。

随着科学技术的发展，潜艇的观察工具也有了新的改善。近代世界各国的潜艇，除了装备有潜望镜以外，还装有雷达和声纳等观察仪器。

雷达的天线和潜望镜一样，也能上下升降。雷达不受气象条件的限制，能更有效地观察海面和天空目标。但是雷达和潜望镜一样，都不能观察水下情况，同时，容易被敌人发现。为了保证潜艇的荫蔽和水下航行的安全，以及保

障潜艇的战斗行动，潜艇上的声纳发挥了它独特的作用，它能根据目标的回音或骚音，分析判别出各种目标的性质和运动要素，以及水下各种障碍物。同样道理，潜艇声纳还能测出水面舰艇的方位、距离。所以潜艇有了声纳，在一定距离上，不需要伸出雷达天线或潜望镜，就能对敌水面舰船实施攻击。

在水下航行的潜艇，大都依靠雷达、声纳和潜望镜来发现水面目标。

为什么在港口要设立高高的信号台？

英姿焕发的人民海军信号兵，站在高高的塔顶上，不时地打着手旗、灯光；在塔顶铁架上，挂着各式各样的旗帜和标志，这就是海军信号台。

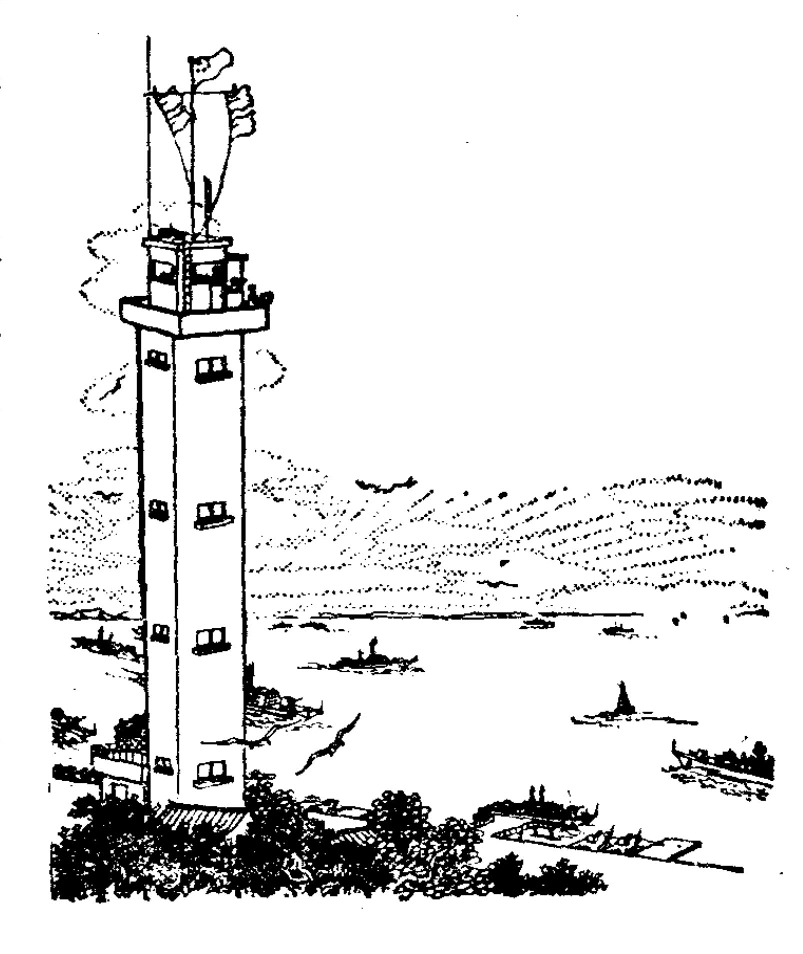
海军信号台的水兵们，肩负着祖国人民的委托，日夜坚守在祖国的各个重要港口，密切注视着来往舰船的动向，担负着繁重的通信联络、观察了望等任务，并及时地向来往舰船发出各种各样的信号。

你看！一艘艘威武雄壮的战舰远航归来了，舰上的信号兵正在利用手旗或灯光，通过信号台向指挥所请示是否可以进港？信号台根据指挥所的指示，发出了同意进港的信号。外国商船也通过信号台，请示是否可以进港？

再瞧！信号台桅杆上挂着各式各样的信号旗、形体信号和三色(红、绿、白)信号灯，它们在发出各种各样的警报信号，如台风警报和涨落潮信号等。

海军信号台，不仅一般港口要设立，而且在有些观通站和狭窄航门、复杂海区的前沿岛屿，也都设有海军信号台，有的是固定的，有的是根据需要临时设立的。它们一般都配备有良好的视觉观察和通信工具，它是陆上指挥所设在重要港口和海防前沿的"了望哨"、"传令兵"。信号兵们以无比自豪的心情，夜以继日地战斗在祖国的海防前哨。

我们伟大的祖国，有着辽阔的海域和漫长的海岸线，还有许多优良的军港、商港。可是在旧社会，帝国主义者肆意践踏我们的美丽河山，他们的军舰任意进出我国的港口，侵犯我国主权，屠杀我国人民。



1949年10月1日，鲜艳的五星红旗在天安门前高高升起，中国人民从此站起来了！昔日的奴隶变成了国家的主

人。海港重新回到了祖国的怀抱，海港在一日千里地前进。你看！它每天要吞吐多少艘祖国自己建造的万吨轮、各种航船，和威武雄壮的战舰啊！

现代化的码头，现代化的海港，象征着中华民族的胜利和骄傲。守卫在港口信号台上的英雄水兵，表达了中国人民的共同心声：祖国的神圣主权，绝不容许别人来侵犯。谁敢动一动中国人民一根毫毛，我们就叫它灭亡！

为什么在沿海要设置观通站？

我们的祖国，地处太平洋的西部边缘。从南海之滨到长白山麓，蜿蜒曲折的海岸线长达18000多公里。从南沙群岛到鸭绿江口，星罗棋布的5000多个岛屿，犹如一个个勇敢无畏的哨兵，扼守着祖国的东、南大门；它们象一颗颗明珠，把祖国的万里河山点缀得更加壮丽雄伟！

你可知道，为了保卫祖国的神圣主权，有多少解放军战士和民兵，在漫长的海岸线上为祖国站岗放哨啊！他们象面对大海的劲松，不管风吹浪打，不管酷暑严寒，日日夜夜巍然屹立在万里海防线上，战斗在陡峭险峻的高山之巅、白浪滔滔的前沿海岛。

人民海军海岸观察通信站，就是这许许多多海防前哨中的一部分。海军观通站的指战员们，以海岛、高山为家，

以艰苦为荣，常年坚守在光荣的战斗岗位上。

观通站一般都配备有多种观察通信设备。它肩负着祖国人民的期望，日夜监视着敌人动向。不管白天黑夜，无论晴天雨天；不管是敌人的大舰还是小艇，无论是敌人的低空飞机还是潜艇的潜望镜，甚至小小的橡皮舟，都逃不过雷达兵敏锐的眼睛。

观通站在现代战争中具有相当重要的地位，它是我人民海军通讯兵中的一个组成部分，象人的眼睛一样不可缺少。



为什么海军也有航空兵?

当你乘坐海轮了望祖国的海空，可以看到，在那飘着白云的广阔海空，不时掠过银光闪闪的喷气式战斗飞机。那就是我们海军航空兵的战鹰，在巡视着祖国的领海和领空。

我国已经有了空军，为什么海军也要航空兵呢?

自从1910年出现军用飞机以来，各国先后建立和发展了空军。远在第一次世界大战的年代里，已经使用飞机在海战区进行空中侦察、轰炸敌人海军基地和舰艇。到了第二次世界大战时，飞机使用的范围和作用更加扩大和提高了。据统计，在被击沉的大型军舰(战列舰、航空母舰、巡洋舰)的总数中，被飞机击沉的就占32.1%。

现代飞机的速度和航程都有显著的提高，航空兵几乎能够积极参加任何类型的海上战斗。现代的海上战斗，不仅要求航空兵能使用火炮、火箭和普通的炸弹，而且还要能携带和使用海战的兵器，因此，除了配备一般航空兵作战的兵器之外，还要装备各种鱼雷、水雷、反潜兵器以及扫、布水雷、海上救护设备等等。

海军航空兵，除了有与空军相似的歼击机、轰炸机、强击机、侦察机、运输机和高炮、雷达以及其他专业部队外，还配备有专门用途的水鱼雷机、反潜巡逻机、扫布雷机、海上

救护飞机等。

海军航空兵，是海军兵力的重要组成部分。海军航空兵具有高度机动和猛烈突击的能力，是进行海空斗争和对海上目标实施突击的重要力量，同时又是海军其他兵力所必需的一支保障力量。它主要活动在海上，消灭敌人空袭兵器，保障海军其他兵力在海战中或基地内的对空安全。它不仅能协同空军实施空中侦察，夺取制空权，支援陆军登陆或抗登陆作战，还能单独地或协同舰艇部队，以鱼雷或火箭，消灭敌人海上舰艇，削弱敌人的海上战斗力量，同时还可以发挥高速的优势，扫除水雷障碍和迅速地深入到水面舰艇，或潜艇难以接近的水域布设水雷障碍，以阻止敌舰艇活动，破坏敌人海上交通。它也能单独地或协同舰艇部队，搜索和攻击敌人潜艇。另外还可以执行海上交通运输和水上救护等任务。而这些特殊的海上作战任务及日常勤务，需要有一支有专门装备，和训练相适应的海军航空兵来担负。

为什么飞机能在航空母舰上起飞和降落？

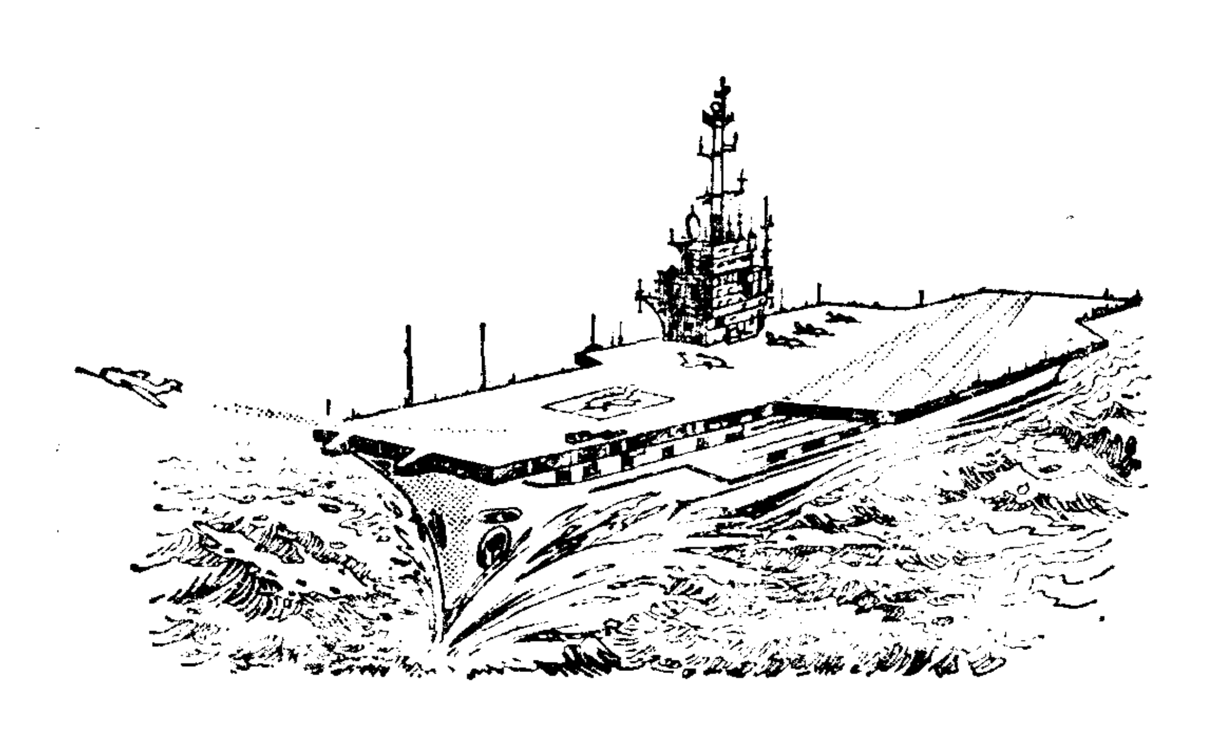
一艘航空母舰通常载有几十架到上百架飞机，这些飞机（通称舰载机）随时可以在航空母舰上起飞降落，执行战斗任务。

人们自然会问：一般飞机起飞和降落要有长达千米以上的飞行跑道，为什么在长度不超过300米的航空母舰上，飞机也能安全起飞、降落呢？

原来在航空母舰上，装置有一种专门用来帮助飞机起飞和降落的设备。

航空母舰的飞行甲板有限。现代喷气机的起飞速度一般要求达到350公里/小时左右，舰载机在飞行甲板上依靠自己滑行，不能加速到这一起飞速度，因此需要有一种专门的辅助动力设备，给舰载机提供达到起飞速度的动能，并使滑行距离限制在数十米以内。这种设备，叫做“弹射器”，它能使舰载机在几十米距离内，用几秒钟时间弹射起飞。

弹射器，一般有液压弹射器、蒸汽弹射器和内燃弹射器三种。

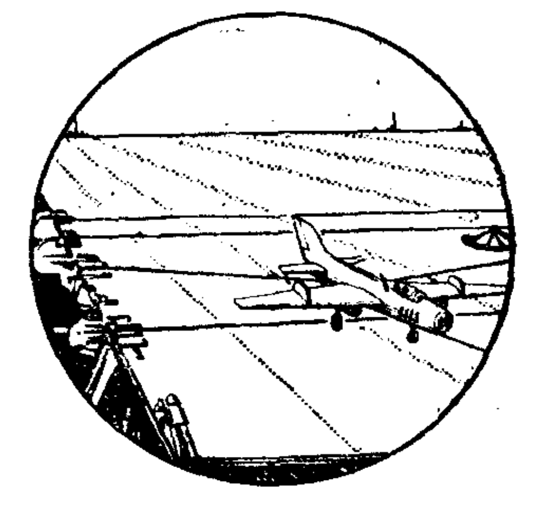


第二次世界大战后，航空母舰上使用的弹射器，开始是采用液压的。这种弹射器操作便利，但弹射能量较小，如弹射重11吨的舰载机，其初速度只能达到160公里/小时左右。这种弹射器要弹射现代的重型、高速舰载机是不可能的。

现代的航空母舰，一般都采用新式的蒸汽弹射器，这种弹射器使用的是航空母舰锅炉的蒸汽，它的弹射能量大，加速性能好，即使重型的喷气舰载机也能弹射起飞。

随着核动力航空母舰的出现，给蒸汽弹射器的使用带来了困难，因为从原子反应堆产生的蒸汽压力，比常规动力航空母舰的蒸汽压力低，所以近代又研制了一种专门供核动力航空母舰用的内燃弹射器。内燃弹射器在几秒钟内，即可将舰载机从静止状态弹射起飞。

舰载机在起飞前，首先将飞机放在弹射器上，飞机发动后，在弹射器的强力助推下，加上80公里/小时以上逆风航行的舰速和风速，飞机即能迅速腾空飞行。



舰载机依靠弹射器迅速加速，顺利起飞，为什么又能安全降落在航空母舰上呢？

为了使高速舰载机安全降落，必须要有迅速减速的装置。阻拦装

置就是目前常用的一种减速设备。

阻拦装置，分阻拦索和拦机网两种。阻拦索是在正常情况下，使舰载机缩短降落滑跑距离的装置。拦机网是舰载机处于特殊情况下,降落时使用的应急设备。

阻拦索,是一种钢质绳索,两端通过滑轮与固定在跑道两侧甲板上的缓冲器相连,并列布置数根。

舰载机降落时，首先放下尾钩，当尾钩挂住阻拦索后，很快减速,滑行数十米,即可平稳地停住。

当舰载机因故障而尾钩放不下，或尾钩损坏等紧急状态时，需要临时架设拦机网。拦机网是用纵横交织的尼龙带组成,它的阻拦力大于阻拦索。因故迫降的飞机着舰后，在拦机网的作用下可迅速停住。

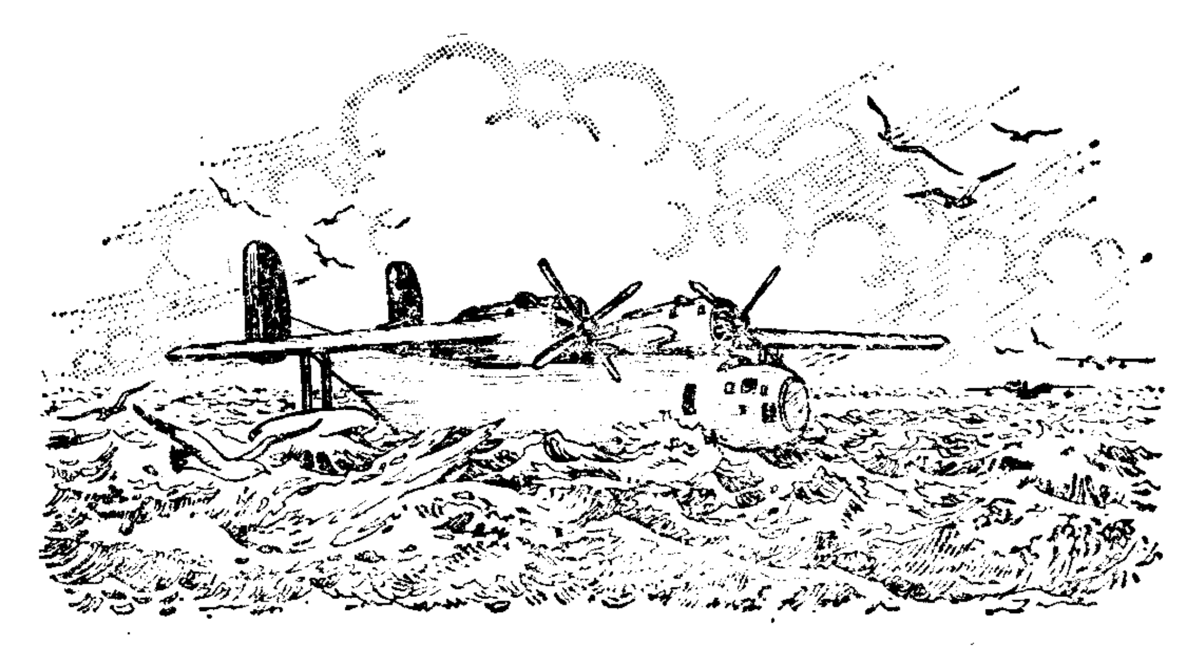
航空母舰上有了弹射器和阻拦装置等专门设备，飞机就能做到安全起飞和降落了。

为什么水上飞机能在水面起飞和降落?

自从世界上出现了能够在陆上起落的飞机以后，又相继出现了能够在水面上起落的水上飞机。初期的水上飞机和一般飞机一样,机身是木质结构,采用双翼式机翼和活塞式发动机带动空气螺旋桨。不同的是机身下面没有着陆轮，而装有一个或两个浮筒,以便起落时能在水面滑行和漂浮。

随着飞机速度的提高，载重能力和续航力的增大，水上飞机的起落需要滑行较远的距离，在海面漂浮需要有较好的稳定性，所以机身改成船形。当降落时，船形的机身可以在水面滑行减速，直至停驶漂泊；起飞时，滑行达到一定速度，机翼受到升力作用，使飞机离开海面升起。有些水上飞机，在船形机身下还装有着陆轮，成为水陆都可起落的飞机。水上飞机的机翼和尾翼装得比较高，机翼向上折曲，使螺旋桨不受海浪影响；翼下装有浮筒，可以保持飞机在海面上的平稳。这种象船一样的飞机带有铁锚，供海上锚泊；带有救生艇，供乘员海上救生用。所以水上飞机能够象海鸥一样活跃于辽阔海空之中。

水上飞机的船形机身比较宽大，虽然可以改用涡轮喷气发动机增加推力，或者把固定浮筒改为收放式浮筒，以减少阻力，但是它的速度仍然比一般飞机低，高空性能差，没



有陆上飞机那样灵活。不过，它有水面起落的活动特点。陆上机场和跑道，一旦遭敌破坏，就会影响和限制飞机的战斗行动。而沿岸水面，江河湖泊，比比皆是，又有自然的荫蔽和伪装条件，很多适合水上飞机起降驻屯的地点，可以疏散配置以保存自己。水上飞机的载重量大，续航时间长，能够装带小口径自动火炮、炸弹、空对舰导弹等武器和雷达、照相机等侦察导航仪器。根据它的特点和装备，可以担任海上巡逻、侦察、布雷、海上救护、运送物资和登陆兵、空降兵等任务。当装上反潜器材后，还可以执行搜索和攻击潜艇的任务。水上飞机虽然不是海空战斗的主要突击兵力，但是，可以利用和发挥它的特点，协同其他兵力，执行各种作战任务。

为什么飞机能布雷和扫雷？

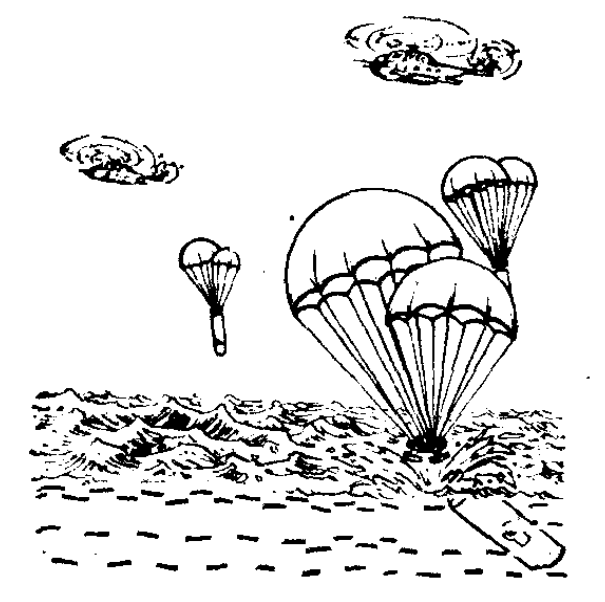
水雷战，虽然是一种古老的战斗方式，但它和地雷战一样，不因新式武器的出现而降低它的作用。

地雷靠人埋设，水雷要用舰船布设。你可知道，飞机还能布雷哩！不过，飞机只能布设漂雷和沉底水雷。

漂雷是一种不固定、浮着的水雷。这种雷一般布于有一定流向的河道中，有些是定深式的，能在水中一定深度范围内上下运动。



沉底水雷的雷体没有自浮力，是敷设于深水或海底的一种雷，比漂雷装的炸药多，爆炸威力较大。沉底水雷多数为非触发式的。



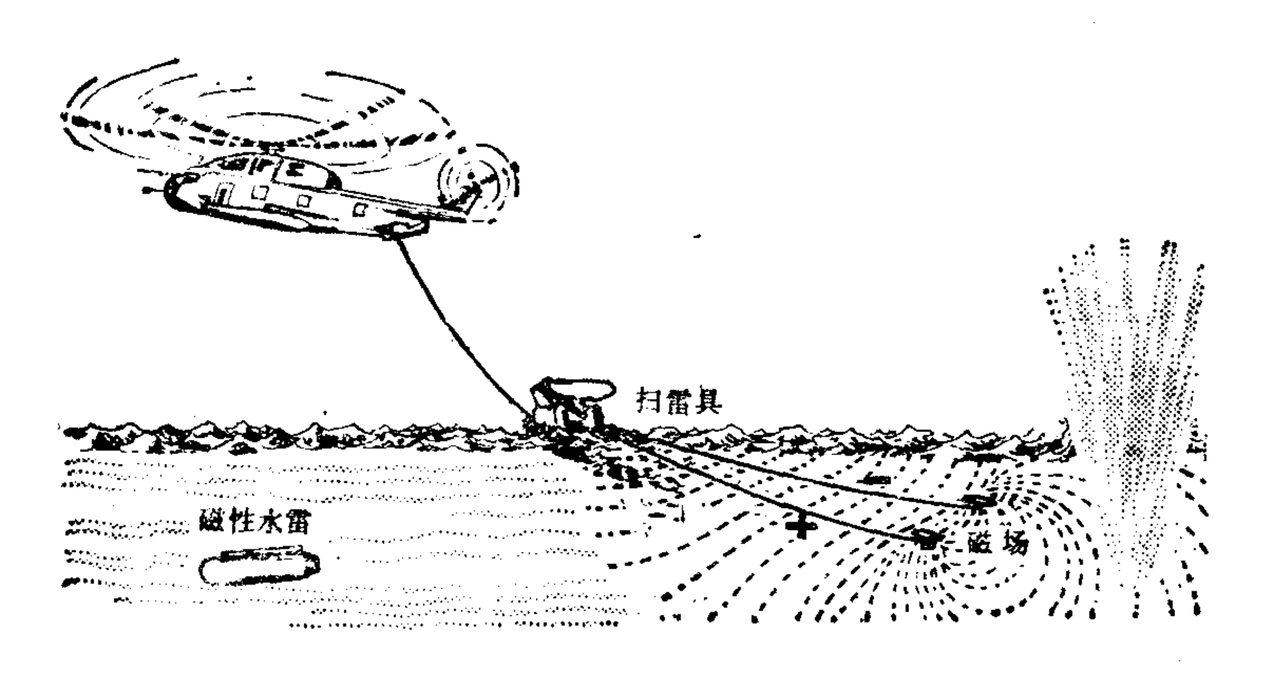
飞机布雷，可不象轰炸机扔炸弹那样，瞄准了目标投下去，就可准确地命中目标。飞机在海上布雷，布雷海区不一定有目标可供飞机作为瞄准用，也不能象舰艇那样，随时可以测定自己的位置。所以飞机布雷，一般是在预定布雷区附近，找一个目标作为辅助瞄准点，利用这一点与预定布雷区的相对位置，得出飞行航向的修正量，当瞄准具瞄准辅助点后，才布下水雷。如预定布雷区附近没有岛屿等目标作为辅助瞄准点，就用计时法布雷。计时法布雷，是在预定布雷海区较远的地方，选一个明显易辨的目标，作为飞机进入预定布雷的起点。根据飞行速度，计算出通过布雷起点应飞的时间和航向，飞到预定时间即可布雷，但不如有辅助瞄准点那样准确。



飞机布雷与舰船布雷不一样，空投水雷都装有减速伞，以控制水雷下降的速度，防止

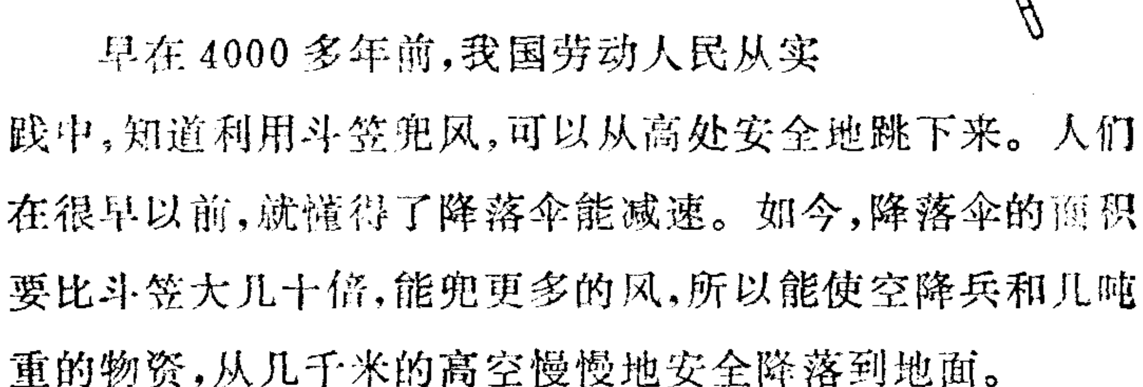
震坏水雷中的仪器。

飞机不仅可以布雷，还可以扫雷呢！直升飞机根据已判断的水雷性质、引信种类，就可采用相适应的扫雷具和扫雷方法。如果判断是锚雷，放下爆破切割扫雷具，形成人字形，在水下保持一定深度，当扫雷具的割刀碰到雷索，会把雷索割断，使水雷浮出水面，然后把水雷爆毁。如果是音响水雷，用音响扫雷具在水中拖曳前进，利用水的压力驱动音响扫雷具的涡轮，带动音响发声器，产生音响，引爆音响水雷。扫除磁性水雷时，必须布放磁性扫雷具，利用拖带式涡轮发电机作为电源，通过两根浮电缆产生磁场来引爆磁性水雷。对于声-磁联合引信的水雷，就利用联合扫雷具扫除。



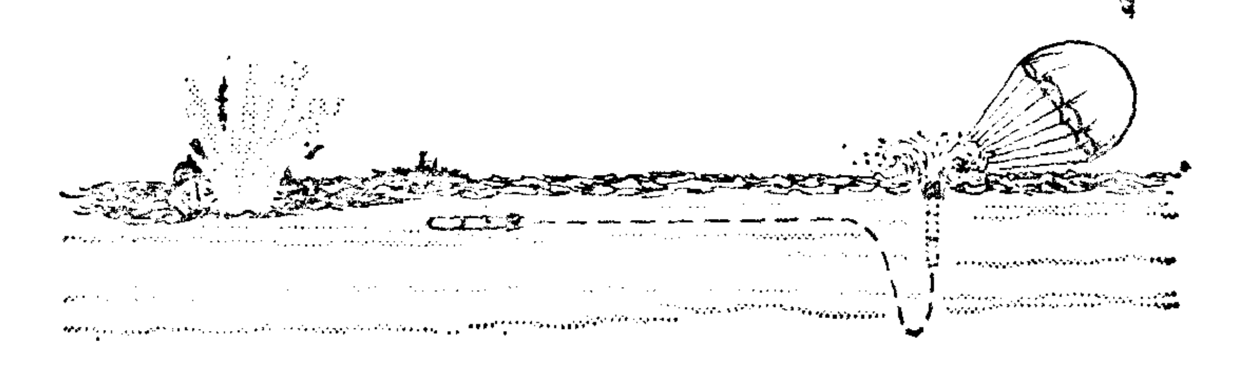
为什么飞机施放鱼雷要带伞？

祖国的海空，一架架雄鹰，展翅飞翔，它们在碧海蓝天之间进行军事演习。只见它们飞过的地方，有许多挂着降落伞的“炸弹”，随着飞机的轰鸣声急速降落。其实，这不是普通的炸弹，而是带伞的航空喷气鱼雷。人们不禁要问，飞机投放鱼雷为什么要带伞？



早在4000多年前，我国劳动人民从实践中，知道利用斗笠兜风，可以从高处安全地跳下来。人们在很早以前，就懂得了降落伞能减速。如今，降落伞的面积要比斗笠大几十倍，能兜更多的风，所以能使空降兵和几吨重的物资，从几千米的高空慢慢地安全降落到地面。

航空喷气鱼雷，有600多公斤重。圆筒形的“鱼肚”里填满了烈性炸药，带翼的尾巴上装



有喷气发动机，腹中装有精密的定深器和航向陀螺仪。这些小巧灵活的仪器，虽能保障鱼雷定向、定深航行，但它比较娇气，不宜震动太大。由于舰艇防空火力的增强和水鱼雷飞机的航速的增高，投射鱼雷的高度也愈来愈高，这样，鱼雷的下降和入水的速度也就增大了，会引起很大的震动。为了避免震坏仪器，必须设法降低鱼雷下降的速度，人们根据降落伞能减速的道理，在鱼雷尾部装上一个大伞和一个小伞，可降低鱼雷下降速度，防止鱼雷入水时将仪器震坏。

当飞机到达投射鱼雷点时，瞄准具自动接通电路，打开雷锁，鱼雷脱离飞机下降，小伞即张开。由于伞小兜风不多，鱼雷下降速度仍然较快。当距水面一定高度时，大伞自动打开，小伞脱落。由于伞大，鱼雷的下降速度减到原来的三分之一。鱼雷入水时，降落伞自行脱离，在顶翼（鱼雷顶部一个带斜面的东西叫顶翼）的作用下，使鱼雷很快由垂直状态转为水平状态。于是顶翼与鱼雷分开，发动机点火启动，鱼雷在水中高速潜游，定深器保持鱼雷在预定深度，航向陀螺仪控制着鱼雷的前进方向，直奔目标。

为什么飞机也能发现潜艇？

随着近代潜艇的迅速发展，人们对水下潜艇的探测也越来越重视，并研究使用了各种各样探测潜艇的方法：近

岸水声综合站、深海水声综合站、舰艇声纳站等，都能在一定距离上有效地发现潜艇，近至几链(1 链 = 185.2 米)，远至几十、几百链。

为了更有效地发现、消灭敌潜艇，人们自然地想到了飞机。飞机既不容易被潜艇发现，也不可能受到潜艇的攻击。而且，飞机的探测速度快，便于及时了解、掌握作战海区潜艇活动情况。

为什么飞机也能发现潜艇呢？

在水下活动的潜艇，常常需要伸出潜望镜、通气管、雷达天线或无线电天线等升降装置。飞机可以根据潜艇航行时，这些装置激起的浪花或装置本身，就能发现并确定潜艇的位置。



由于潜艇经常潜航在水下，有时连升降装置也不伸出来，尤其是核潜艇可以长

期在水下航行，而且航速很高，所以近年来出现了一种专门用来探测潜艇的飞机。这种飞机上装备有一种拖曳式的声纳，这种声纳，一般都安装在速度较低的直升飞机上。飞机将声纳的“天线”(即换能器)吊放在海中一定深度，拖带前进，飞机就可以根据水中换能器送来的信号，测定水下潜艇的位置。这种飞机拖曳式声纳，和舰艇上装备的声纳工作原理一样，所不同的是舰艇上声纳的换能器和指示器等部分都安装在舰艇上，而拖曳式声纳的换能器却在水中由飞机拖曳前进。

飞机的拖曳式声纳，不受自身骚音的干扰，加上飞机速度比舰艇快得多，所以它可以更有效地在范围较大的海区内，搜索、跟踪潜艇。

拖曳式声纳必须要有钢索拖带，使用时不太方便。为了适应现代海战的需要，目前又出现了一种供飞机探潜用的新型声纳，叫做“声纳浮标”。飞机在某一海区搜索潜艇，只要将声纳浮标投放到海中就可以了。这时浮标在海面，其换能器处于水下几十米的深度。当换能器接收到周围潜艇的骚音后，立即将信号传递到声纳浮标，再由声纳浮标中的无线电发射机，将此信号发射给飞机的接收机。飞机根据声纳浮标发来的信号，判别、确定潜艇的位置。使用声纳浮标比起拖曳式声纳来方便得多，但它不能回收，经过一定时间即自行沉没海底，因此在一般的探潜飞机上，需要携带几十

个这样的声纳浮标。

飞机不仅可以利用拖曳式声纳或声纳浮标探测水下潜艇，而且还可以根据潜艇具有磁场和放出红外线等特点，利用磁力探测仪或红外线探测仪，搜索水下潜艇。

探潜飞机发现水下潜艇后，它除了飞机本身带有相当数量的深水炸弹，根据情况需要，可以随时投放外，还可以将海区潜艇活动情况及时地通报海上反潜舰艇，协同作战，予以消灭。因此，探潜飞机是搜索、攻击潜艇，防止敌潜艇侦察、偷袭，保证海战胜利的重要兵力之一。

舰艇怎样减小在风浪中的摇摆？

一望无际的大海，有时平静湛蓝，洒满金色的阳光，舰艇在海面上航行比较平稳；有时云层低压，大风卷起汹涌的浪涛，舰艇航行时摇摆不定，这会影响使用武器的准确性。

那么，能不能减小舰艇在风浪中的摇摆呢？

遨游大海的鱼儿能够在海中自由游动，这是因为鱼儿长有背鳍和胸鳍。根据鱼鳍的原理，人们在军舰底部两侧安上“防摇鳍”，可以减小摇摆。

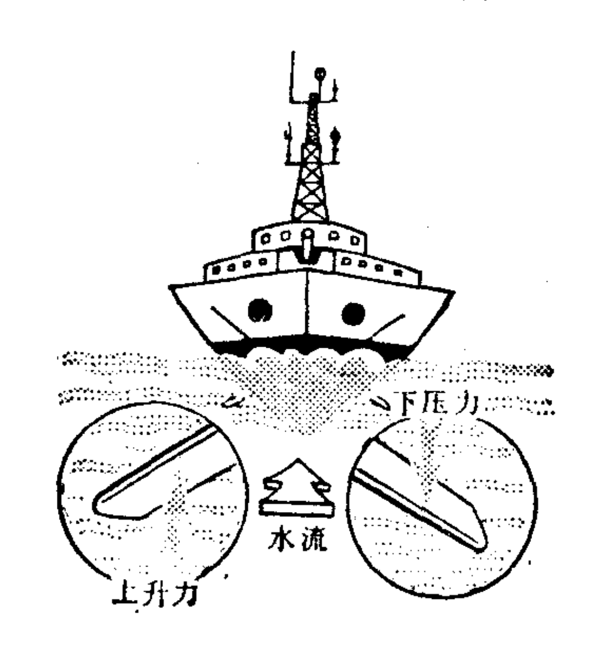
防摇鳍是由陀螺传感器和电压、液压放大机构与执行机构操纵动作的。舰艇摇摆时，陀螺传感器发出摇摆信号，经过放大，驱动执行机构，使一个鳍向上转一个角度，另一



个鳍向下转一个角度。在舰艇前进的水流作用下，一个鳍受到上升力，另一个鳍受到下压力。这样，就可以使舰艇的摇摆从倾斜几十度减小到几度。

防摇鳍防摇的力，是由水流作用而产生的。航速越高，水流的作用力越大，防摇鳍的防摇作用越大。低速航行时，它的防摇作用很小。这和飞机的机翼一样，只有飞机滑行到一定速度时，气流流过翼面，产生的升力才能使飞机飞离地面。

有些载有反潜直升飞机的驱逐舰和护卫舰，以及专门的反潜直升飞机航空母舰，直升飞机垂直起降时，舰艇必须低速航行，防摇鳍在这种情况下，无法起到防摇的作用。因此，这些军舰装有水柜式防摇装置。这种装置在两舷设有水柜，中间用输送管连通。同样利用电气、液压放大机构和执行机构控制液体的流动，用液体的重量来减小舰艇的摇摆，使舰艇低速航行或停止时，都可以起到防摇的作用。不过这种防摇装置，需要占用一定舱室安装水柜，而且要有一定功率的机器驱动液体的流动，不适于安装在中



小型舰艇上。所以，一般的舰艇都采用防摇鳍。

为什么舰艇要消磁？

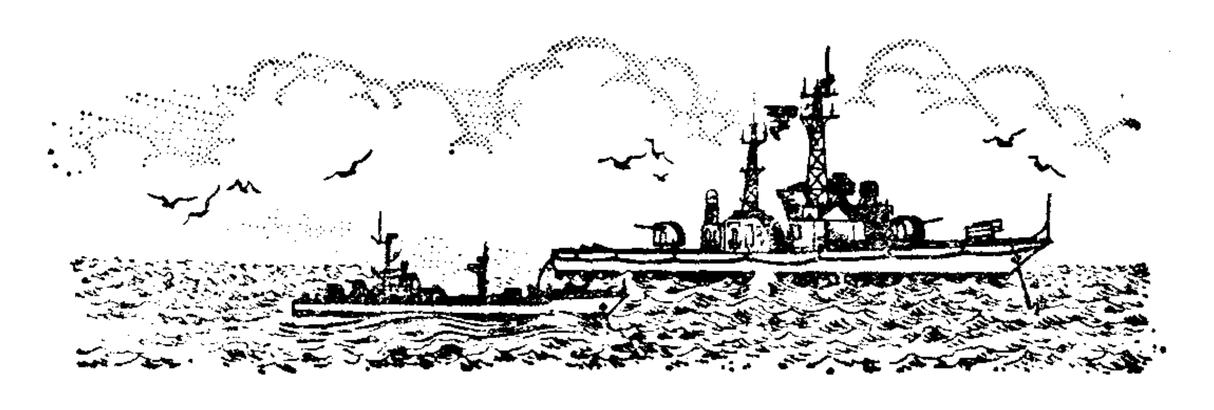
自从世界上出现水雷以后，对舰艇的活动产生了威胁。有一种水雷叫做“磁性水雷”，当舰艇在它附近通过时，由于磁场作用，便引起这种水雷爆炸。在第二次世界大战时期，不少舰艇、船只被这种水雷炸毁。后来，人们采取对磁性水雷防护措施，措施之一就是对舰艇进行消磁。

舰艇不是磁铁，为什么会有磁性呢？

你不妨先做个小试验，拿一根缝衣针，在磁铁上划几下，这根针也能吸引其他针了。这是什么原因呢？因为针被磁铁磁化而带有磁性了。

地球是个天然磁体，舰艇从建造到航行在海上，都处于地球这个天然磁场之中，必然也会被磁化，因而在舰艇周围产生了磁场。

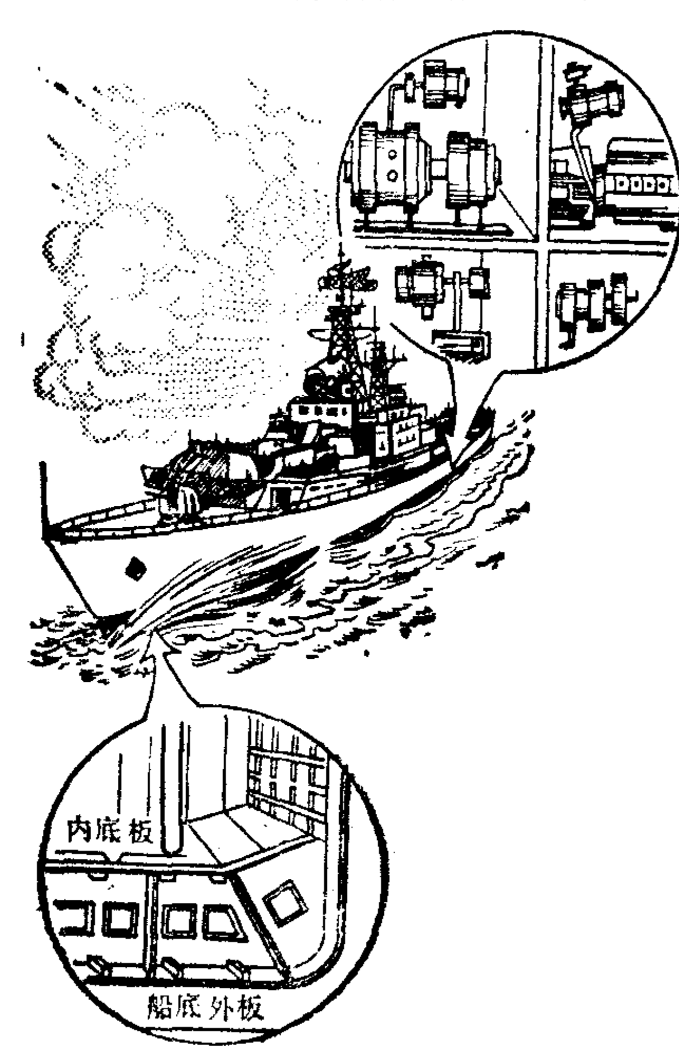
为了避免磁性水雷对舰艇的威胁，舰艇本身必须进行



消磁。舰艇消磁，就是将舰艇停泊在一定的方向上，在舰体上临时布设各种不同位置的电缆线圈，在线圈中通上电流，产生出磁场，使舰艇向反方向磁化，这样就抵销了原有的磁场。有些舰艇在建造时已经装好消磁线圈，它可以随时通电消磁，以便安全通过布设磁性水雷的危险区。

为什么有些舰艇是双层船底、多层隔舱？

舰艇都有船底，这是人人皆知的。你可知道，有些舰艇的底部还是双层船底哩。



为什么要用双层船底呢？有人说，这是为了安全。的确，舰艇和民用船舶的双层底，都是为了保证航行的安全。如果在海上发生意外事故，或被敌人设置的水中障碍撞击，造成外层船底破裂，还有第二层，水不会进到舱室里来。平时还可利用双层底，将舰艇所需的淡水、燃油贮在夹层舱里边；同时，

还可用调整这些油、水的办法，来调整舰艇的稳定性和艏艉吃水的深浅，使舰艇保持平衡。

有了双层船底的结构，舰艇在大风浪中航行，可增强舰艇强度。当然舰艇的双层船底不仅是为了保证安全，更重要的是保证战斗任务的完成。就拿登陆舰来说吧！在输送登陆部队时，为了争取抢滩登陆的时间，必然要用最大的速度冲向敌海滩。待坦克和登陆部队从舰艏上陆以后，又要迅速退滩，以便连续装载，继续作战。有时，可能被敌人设置的水中障碍或暗礁将船底划破，有了双层船底，水也只能进到底层，不致因底部破裂而退出战斗。

那么，舰艇为什么要设置多层隔舱呢？主要目的是为了抗沉，用钢板把舰艇分成几个舱室，少的有二至三个，多的有十几个。特别是把水下部分分成许多小隔舱，而舱与舱之间都是水密的。在打仗的时候，每个隔舱之间的水密门都紧紧关闭着，这样，即使有一、二个舱损坏，海水也只能进入被破坏了的那一、二个舱，舰艇仍可保持浮力，继续战斗。另外，隔舱还可以起到隔音、阻止火灾蔓延、提高舰艇的强度等作用。

为什么舰艇上要有多种灭火设备?

现代舰艇，大多是用钢铁材料建造的，不易引起燃烧。

为什么在舰艇上还要有多种灭火设备呢？

现代舰艇的主要燃料是燃油，而且舰艇上还有不少弹药和易燃物。战时受到炮火袭击，油箱、油舱、弹药库及其他易燃物都可能造成火灾。如第二次世界大战期间，美国的“列克新顿”号航空母舰，就是由于油舱被击中，引起大火而烧毁的。平时，舰艇也有起火的可能，火灾和爆炸事件也会发生。因此，不仅在舰艇设计上，应尽量考虑到防火的问题，平时还严格规定各种防火措施。同时，舰艇上还有比较完备的消防设备和器材，如泡沫、二氧化碳、四氯化碳、干粉、“1211”等灭火设备以及蒸汽灭火系统、喷淋灌注系统等。

舰艇上除了一般的消防设备以外，为什么要配备多种灭火设备和器材呢？这一方面是为了多准备几手，给灭火提供较好的物质条件；另一方面是为了便于扑灭不同材料引起的火灾。

根据燃烧物质的不同，舰艇火灾基本上可分为普通火、油火、电火等三种。普通火是普通材料（如木料、棉织物，麻绳等）引起的火；油火是燃油、机油、油漆、酒精等引起的火；电火则是电器设备遭到破损形成短路而起的火。普通火用水扑灭，效力较高，因水能使火降低温度，致使熄灭。扑灭油火，最好使用泡沫灭火设备，其次是利用特制的水龙头形成的水花、水雾，还可以用二氧化碳、四氯化碳、干粉和“1211”

灭火机以及蒸汽等。因为使用这些灭火器材，能使火与氧气隔绝，失掉燃烧的条件。扑灭电火，一般先切断电源，并且不能使用有导电性的器材灭火，而要用二氧化碳、四氯化碳、干粉、“1211”灭火机等灭火。

火灾对舰艇虽有很大威胁，只要采取积极主动的措施，对易燃物品加强管理，作战时，将燃油压到水线以下油柜里；并能熟练使用灭火设备和器材，舰艇上的火灾是可以防止和扑灭的。

潜艇在水下，为什么人员能离艇上浮？

潜艇能在水下航行，也能潜伏在某一海区，对来犯的敌舰以出其不意，攻其不备的打击。同时，潜艇也可以执行各种侦察任务，如用潜艇在水下输送侦察人员到敌占岛屿去侦察等，既荫蔽，又迅速。

潜艇内的人员要在水下出艇，可不象我们在陆地上进出房子那么容易。因为潜艇不管在水下任何深度，艇内始终要保持1个大气压（与陆上大气压相等）。而水是有压力的，潜艇在水下越深，水对艇体的压力也越大。水是无孔不入的，只要有一点儿小缝，就会钻进艇内来，威胁艇和人员的安全。因此，潜艇的舱口在水下是绝对不能随便打开的。

那么，潜艇内的人员在水下怎样离艇上浮呢？

原来，各种潜艇都装有发射不同武器的发射管（如鱼雷发射管和导弹发射管），艇内人员就是利用这些发射装置出艇的。当然，人不能象武器那样，靠发射管发射出去，而是人员进到发射管后，经过压力调整，然后自己爬出发射管。

艇内人员离艇上浮的步骤是这样的：首先将需要出艇的人员编成若干个小组，每组 3～4 人（指从鱼雷发射管出来时），打开发射管后盖，第一组人员穿好轻潜水装具，并携带各种侦察、爆破等器材，就可进到发射管内，然后关闭发射管后盖。此时，进行注水和调压，将水注

至发射管的三分之一或二分之一处，再向发射管内注入高压空气，注入的压力与艇外的水压相等。接着由艇内人员用气压或人工操纵，将发射管前盖打开。这样人员就可以从发射管出来了。另外，艇员还可以利用指挥舱、艇艉舱的升降口出艇。为了保证安全，在上浮的过程中要掌握一定的速度，如果过快会引起减压病。从艇内出来的第一个人，必须先将一个系着绳子的浮标，浮至水面，另一头系在发射管出口附近，人就顺着这根绳子慢慢地上升到水面。这样，浮标和浮标绳起了浮梯作用，使人员出艇时掌握上升的方向和速度。当第一组最后一名出艇后，用规定好的敲击信号通知艇内："第一组人员已出发射管。"然后，关闭发射管前盖，第二组，第三组……就可按照同样的方法出艇了。

另外，还有一种出艇方法。这种方法是利用一种小型潜艇，将潜艇内的人员送出水面。这种小型潜艇装有动力设备，它能够与大潜艇的舱口相互接合，大潜艇与小潜艇内的压力是相等的，当两艇接合后，打开舱盖，艇内人员就可进入到小潜艇内了。然后，小潜艇与大潜艇脱离，这样就比从发射管出来更安全而方便了。

为什么海军要有潜水兵？

人如果生了病，有的病要请内科医生治疗，有的病又必



须请外科医生作手术治疗。那么，海军舰艇的水下部分生了“病”该怎么办呢？这得请潜水兵想办法了，潜水兵是治疗舰艇水下部分创伤的“外科医生”。

舰艇在汪洋大海中航行，如果导航设备失灵，或操纵不慎而造成的触礁破损，要由潜水兵去进行堵漏，维持舰艇的自浮能力。舰艇海底门（机械用水的进水孔）如果被海生物或其他东西堵塞，也要由潜水兵去清理。舰艇在复杂海区航行，如果推进器或舵叶上绞缠了钢缆、鱼网等杂物，也要由潜水兵去解除，保持舰艇的机动性。由于潜水兵能随时、迅速地解决舰艇水下部分所发生的问题。因此，担任作战、巡逻、护航等任务的舰艇，不必回到很远的舰艇基地去修理，仍然可以保持战斗力，以利战斗任务的完成。

潜水兵除了担负上述任务以外，还能清除航道中的障碍物。例如，在航道中发现了敌人投下的水雷，由于水下地形复杂，扫雷舰艇不能接近，潜水兵就可以潜入水底将炸药包小心翼翼地放到水雷旁，然后返回舰艇，引爆水雷。有时为了疏通航道，潜水兵还要下水炸掉水下礁石。此外，潜水兵还和潜水工人一起，担负着打捞沉船、水下施工等任务。因此潜水部队是海军建设中不可缺少的组成部分。

为什么潜水兵能在水中工作?

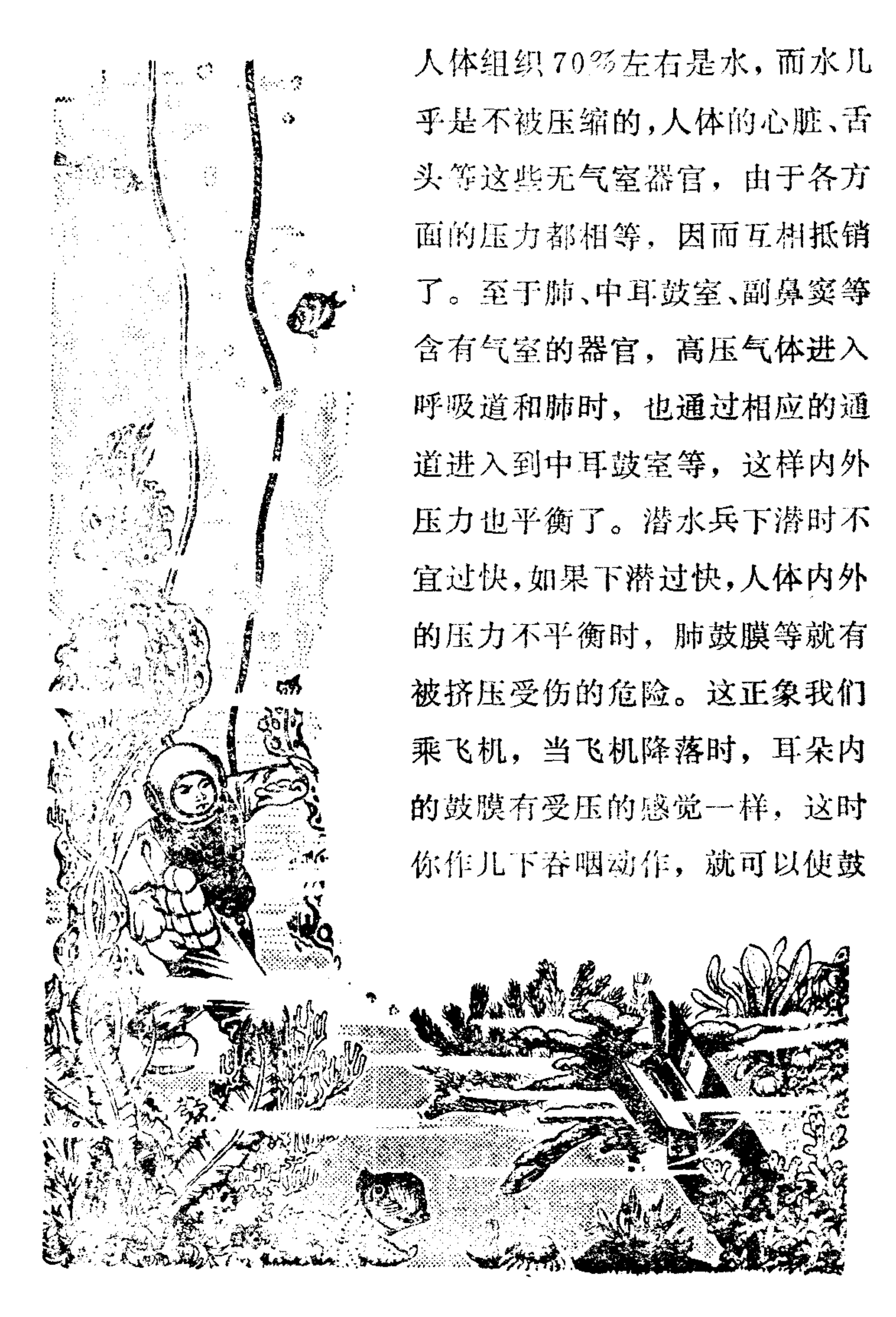
我们游泳时，屏一口气潜入水中，有一种向上浮的感觉。如果抱着一块石头潜下去，这种向上浮的感觉就减弱了。潜水兵要下潜到很深的海底，必须戴上铜制的帽子（潜水头盔），穿着衣、裤连在一起的防水衣服（潜水衣），和铅底的铜包头鞋子（潜水鞋），同时还要加上一些铅块（潜水压铅）。然而，潜水兵光能下潜还不够，还要在水下工作，因此，必须解决在水下工作时所遇到的各种矛盾。

首先是呼吸问题。潜水兵在水中是怎样呼吸的呢？

潜水兵在水中，先要把呼吸系统与水隔绝。潜水兵戴的潜水头盔是与潜水服连接在一起的，这给潜水兵造成了一个呼吸的空间。潜水头盔的后面有一个进气软管接头，水面上的潜水工作船，通过进气软管不断供给新鲜气体；头盔的右后方有一个排气阀，潜水服内不新鲜的气体，由排气阀排出，这样，潜水兵就能安然地呼吸了。

潜水兵下潜时，一般是沿着一根垂直入水的绳子慢慢地下潜。

水有压力，在海洋中每下潜 10 米，每平方厘米就增加 1.03 公斤的压力（相当于 1 个大气压），随着深度的增加，压力也随之增大。潜水兵在水里，身体处在高压环境中。



人体组织70%左右是水，而水几乎是不被压缩的，人体的心脏、舌头等这些无气室器官，由于各方面的压力都相等，因而互相抵销了。至于肺、中耳鼓室、副鼻窦等含有气室的器官，高压气体进入呼吸道和肺时，也通过相应的通道进入到中耳鼓室等，这样内外压力也平衡了。潜水兵下潜时不宜过快，如果下潜过快，人体内外的压力不平衡时，肺鼓膜等就有被挤压受伤的危险。这正象我们乘飞机，当飞机降落时，耳朵内的鼓膜有受压的感觉一样，这时你作儿下吞咽动作，就可以使鼓

膜内外压力平衡，受压的感觉也就消失了。所以潜水兵下潜时，要根据自己适应压力的情况来掌握下潜速度。

也许你会问，潜水装具那么重，潜水兵自己还能上浮吗？可以的。潜水兵利用排气阀控制潜水服内的储气量，大量排气，潜水服内气体减少，潜水兵本身的重量大于浮力时，就下沉。如果潜水兵少量排气，潜水服内的气体增加，浮力大于重力时，就能上浮出海面。

水下的情况是复杂的，海底和陆地一样，也是高低不平，有凸起的礁石，也有凹下的深沟，对于这些水下的障碍，潜水兵们就调整浮力，侧身一跃，象陆军战士越障碍、跨壕沟一样飞越而过；有时由于潮汐的影响造成的水流，使潜水兵只能一步步的侧身行走，甚至在海底匍匐前进。

在一些海区，海水是非常混浊的，即使较清的深水区，也和黑夜一样，伸手不见五指，只能靠潜水兵灵巧的双手探摸着工作。誉称"水下尖兵"的潜水兵，就是这样搏斗在咆哮的大海之中，捞起一件件敌人侵略的罪证；探测了一条条水下的航道；排除了一个个水中障碍，胜利地完成各种战斗任务。

为什么加压舱能治疗减压病？

当我们打开啤酒瓶的时候，可以看到有很多气泡冒出

来。这是什么缘故？

因为瓶盖打开，压力突然降低，溶解在啤酒中的二氧化碳，形成了许多气泡跑出来了。

节日里，一串串充满氢气的气球飞向天空，越飞越高。在上升过程中，随着空气的稀薄，气压越来越低，当空气压力抵抗不住气球内的压力时，气球就破裂了。

潜水兵在海底高压环境中工作，呼吸的是高压空气，这些气体通过肺部在体内起了变化。高压空气中的氧气，由于人体的新陈代谢几乎被消耗了，而占空气中78%左右的氮气，则溶解于血液、组织和脂肪中；其溶解的数量，随着气体压力的增高和在水下停留的时间延长而增多，直至饱和为止。这时，如果潜水兵急速上浮（没有按照规定的时间减压），压力急剧降低，溶解在体内的氮气来不及从肺内排出（或者没有排除干净），这些气体在人体的血液、组织和脂肪中会形成许多气泡，而且气泡随着压力的降低而逐步扩大。这样会破坏体内组织，毛细血管被氮气泡挤破引起皮下出血。这些气泡还会栓塞部分血管和压迫体内组织，产生皮肤发痒、关节疼痛症状，这就是潜水"减压病"。

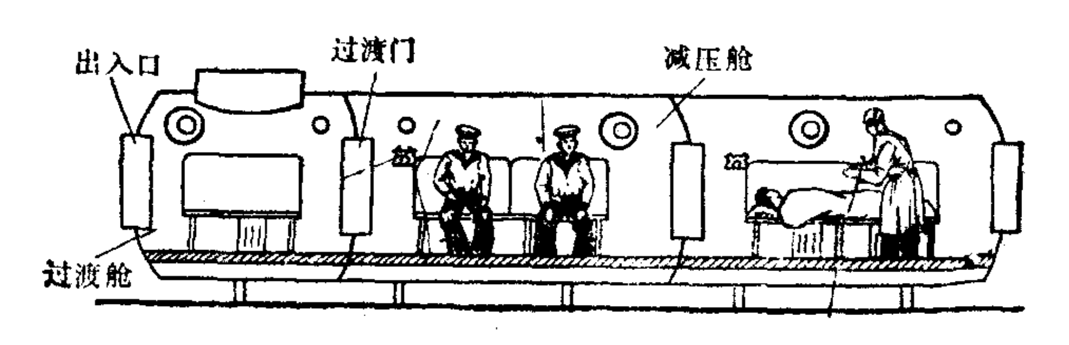
减压病是完全可以避免的。坚决贯彻预防为主的方针，是避免减压病的积极办法。首先，潜水人员要认识到预防减压病的重要意义，思想上加以重视，在工作中正确选择方案，并根据潜水兵在水下的劳动强度，水的温度等因素，调

整减压的时间（潜水兵在上升过程中，分站停留，称为“减压”），潜水兵在上升时要掌握一定的上升速度。潜水兵出水后，禁止用冷水洗澡。总之，要造成使体内气泡能够顺利排出体外的条件，减压病就可以避免。

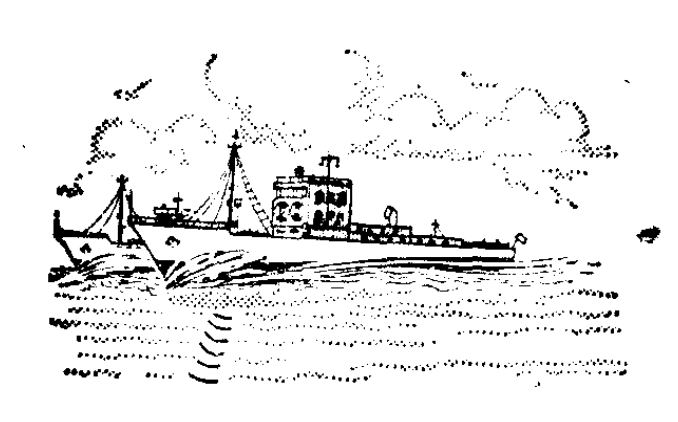
得了减压病并不可怕，只要用治疗减压病的特殊设备——加压舱来治疗就可以了。加压舱是一个耐压的圆柱钢筒，安放在治疗室或潜水工作船上。加压舱设有通话、照明、空调、供氧等设备和供气、排气系统。

加压舱是怎样治疗减压病的呢？

得了减压病的病员，进入加压舱，将高压气体充入加压舱内（充入的压力，按病员所患减压病的程度而定），当舱内气体升到一定压力后，存在于病员体内的氮气泡因受气压作用，逐步缩小而溶解在体内，但是，这些气体仍然存在于体内，还必须用减压的方法将气体排出体外。当病员在加压舱内停留一段时间后，慢慢地降低加压舱内的压力，而且要采取阶梯式的分站停留减压，或匀速减压。压力逐渐降低，溶解在体内的气体，也就慢慢地通过血液循环而排出体外，减压病也就痊愈了。



为什么渔轮也能发现或打击水下潜艇?

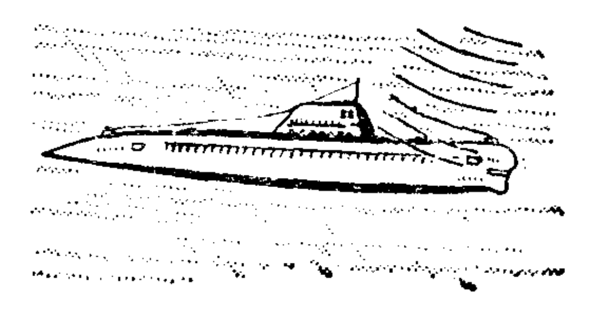


风雷吼，浪涛涌，轮机响，红旗舞。一艘艘渔轮，乘风破浪组成整齐的队形，迎着朝阳，浩浩荡荡奔向祖国的万顷渔场。

看那千舟万帆，犹如大地上的千村万寨，千万条渔船，千万双眼睛，一手拿网，一手拿枪，日日夜夜战斗在生产第一线，警惕地守卫着祖国的辽阔海域。

渔轮上的广大民兵是一支重要的海上战斗力量。在反侵略战争中，它除了可以担负侦察、警戒、情况报知和运输等重要任务外，还可以开展“水雷战”，炸得敌人舰毁人亡，有效地封锁航道，抗击敌人登陆。

在打击敌人水下乌龟壳——潜艇的战斗中，渔轮可以利用“看”、“听”、“测”、“拖”、“拦”等多种办法，积极主动地打击敌潜艇。



看：就是提高警惕，加强对海了望，根据潜艇处于水面状态或伸出潜望镜、通气管、无线电天线以及海上浮

物、海鸥动向、直线浪花等不同征状和特点，分析判别潜艇活动情况。

听：在风平浪静的夜里，眼睛看不到，可用耳朵静听。根据潜艇在通气管状态航行时，会发出沉闷的马达声，上浮或下潜时会发出沉重的喘气声等特点，判断附近海面是否有潜艇；也可用竹筒插入水中静听，根据“沙沙沙”、“豁豁豁”等有节奏的声音特点，发现水下潜艇。

测：一是利用鱼群探测器，它和舰艇用的声纳原理相似，根据回波显影特点，分析、测定潜艇位置；二是使用专门装备的电磁感应器，根据鸣音器声响和指示灯闪光来判断是否探测到潜艇。

拖：用双船拖带渔网、绳网、锚钩进行搜捕，当捕到潜艇后，浮子下沉，拖力增大，两船自动靠拢。

拦：在开阔海区，大量布设流网，随流漂移，或用船、锚固定，筑成水下长城。当潜艇撞网时，就有可能使整个网覆盖在潜艇上，使其动弹不得，束手待擒。

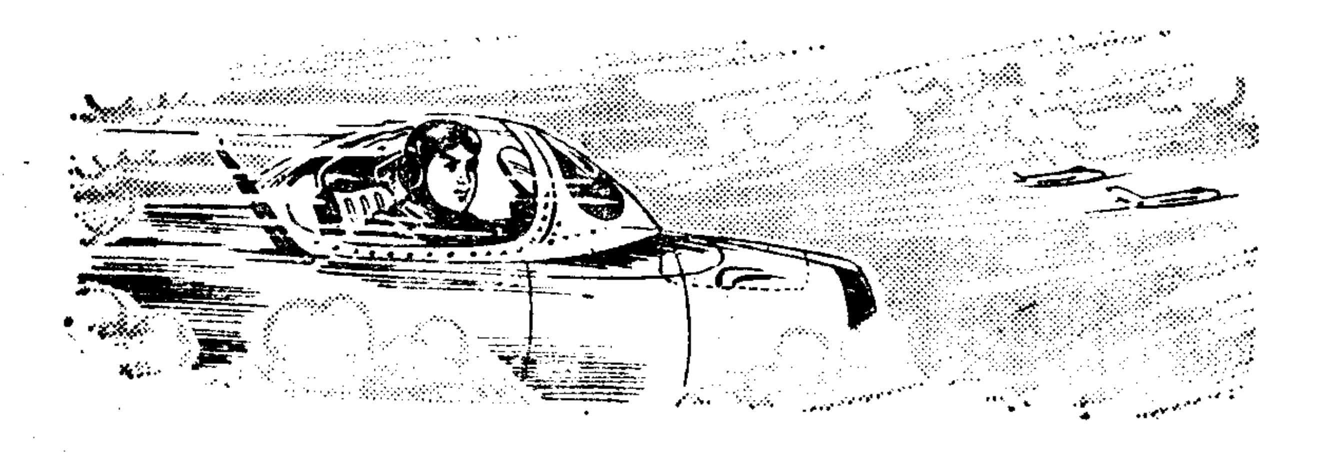
渔轮一经发现敌潜艇，可使用多种武器，如深水炸弹、枪炮、网具等进行围歼，充分发挥海上人民战争的强大威力，消灭来犯之敌。

为什么要有空军？

空军是在第一次世界大战中诞生的。

由于帝国主义的互相争霸，1914 年爆发了第一次世界大战。在这次大战中，各帝国主义国家都把 1903 年刚发明的飞机，当成一张王牌和护身符，用它充当战争的武器。第一次世界大战的后期，各主要参战国为适应战争的需要，先后建立了空中中队、大队和联队。从这时起，世界上就开始有了空军。

现在世界各国空军的组成是不一样的，除了航空兵部队以外，有的国家还包括有：导弹部队、高炮部队、雷达部队和其他战斗勤务保障部队等。空军具有猛烈突击能力、远程作战能力和高速机动能力，在防御和进攻战斗中，能摧毁破坏敌人的战略要地、交通枢纽、政治经济中心，杀伤敌人有生力量，还能进行各种侦察、抢救等，是进行空中斗争和空地



斗争的突击力量，它既能与陆军、海军协同作战，又能单独作战，已发展成为现代国防中一个不可缺少的组成部分。

我人民解放军空军是在毛主席和党中央亲切关怀下，于我国新民主主义革命胜利前夕，在我强大陆军基础上建立，并在战斗中成长起来的。早在人民空军建立的初期，毛主席就明确地指出："我们将不但有一个强大的陆军，而且有一个强大的空军和一个强大的海军。"我人民解放军为保卫革命的胜利成果，反对帝国主义的侵略，又组成志愿军参加了抗美援朝、保家卫国的斗争。那个时候，中国人民志愿军空军飞行员，刚刚完成喷气式飞机基本驾驶技术训练，不仅没有空中作战经验，而且驾驶飞机的技术还不很熟练。但是，我人民志愿军空军与英雄的朝鲜人民军空军并肩作战，在战争中打得英勇、顽强，打出了人民军队的威风，鼓舞了世界革命人民的斗志，给美帝国主义的所谓"空军制胜论"以沉重的打击。在三年多的抗美援朝战争中，我年轻的人民空军不仅经受了严峻的战争考验，而且在反侵略战争中也得到了飞跃的发展。

我人民空军在以毛主席为首的党中央的领导下，在全国人民和兄弟军种、兵种的支持下，在保卫社会主义祖国神圣领空的斗争中，也取得了辉煌的战果，证明我人民空军不愧为毛主席亲自缔造和培育的人民军队。

社会帝国主义和帝国主义都是唯武器论者，它们竭力

鼓吹“空中制胜论”，认为有了空军这张王牌就能称霸世界。我人民空军是用马列主义、毛泽东思想武装起来的，是辩证唯物论者，我们认为空中突击力量的出现和加强，对战役、战斗的进程和结局虽有一定的影响，但不能决定战争的胜负。因为不论使用什么样的新式武器，战争打到最后，总得要在地面解决问题。因此，我人民空军把积极地支援地面部队作战视为自己的重要职责，以地面部队的胜利为自己的胜利。在未来的反侵略战争中，我人民空军将积极地配合其他各军种、兵种，狠狠打击敢于来犯之敌。

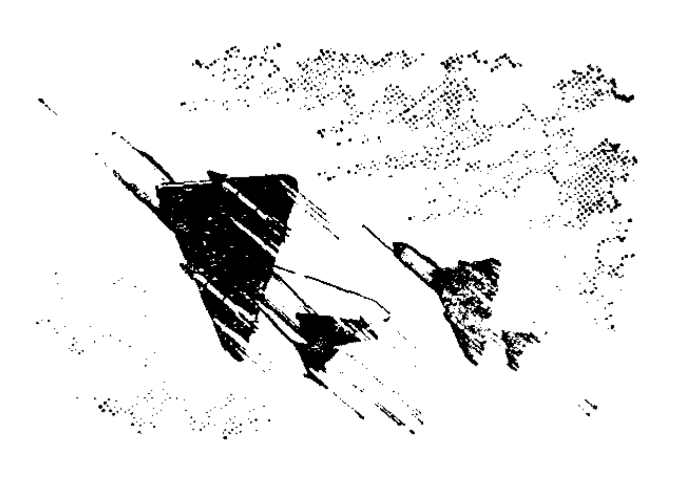
我英勇的人民空军，是中国人民解放军的一个军种，在中国共产党的绝对领导下，高举毛主席的伟大旗帜，继承毛主席的遗志，更加紧密地团结在英明领袖华主席为首的党中央周围，为在本世纪内把我国建设成为伟大的社会主义的现代化强国而努力奋斗。

现代军用飞机有哪些种类？

世界上第一架飞机的出现，到现在已有70多年的历史。70多年在人类历史上是短暂的，然而飞机却经历了巨大的变化，它不仅成了人们的重要交通工具，也成为军事斗争的有力武器之一。

飞机用于军事作为战争的武器，是从第一次世界大战

时开始的。那时，飞机还刚刚问世不久，帝国主义强盗就把飞机作为侵略战争的武器。起初，被用来侦察对方阵地，接着就带上机枪、手榴弹去攻击对方；战争双方的飞



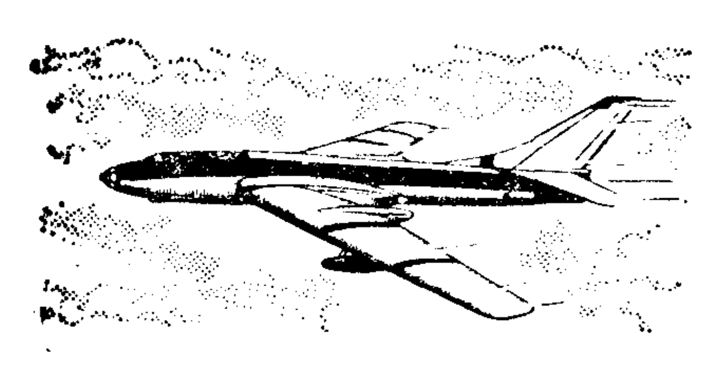
歼击机

机在空中相遇，飞行员就用手枪或步枪对射。随着航空技术及战略战术思想的发展，飞机在军事上的用途也越来越专业化。出现了如歼击机、强击机、轰炸机、侦察机、运输机和其他专业飞机等用途不同、性能各异的飞机。

歼击机（国外有的称为格斗战斗机），是一种在空中比较灵活的作战兵器。主要是用于空战，掩护轰炸机去攻击对方的目标，又可以掩护地面部队的作战行动。歼击机的特点是速度快，每小时能飞行1000多公里，有的每小时甚至能飞3000多公里；它的机身小，动作灵活，在空中能作各种特技动作，而且飞得又高，一般都能飞到15000米以上，有的还能飞到30000米以上的高空。

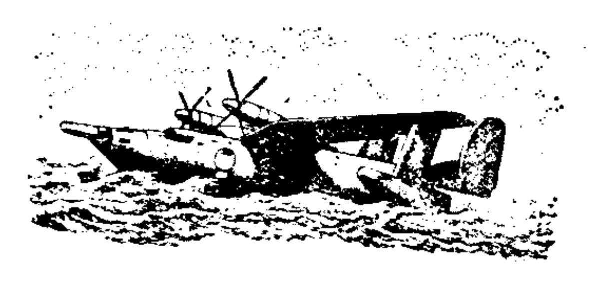
截击机，性能类似于歼击机，它的突出点是机上载有较完善的夜航雷达设备，可在复杂气象条件下截击敌机。

强击机（国外有的叫“攻击机”、“冲击机”或“战斗轰炸机”），它有较好的低空性能，在战争中能与自己的地面部队密切协同，按照地面部队的要求，对敌方目标实施出其不意

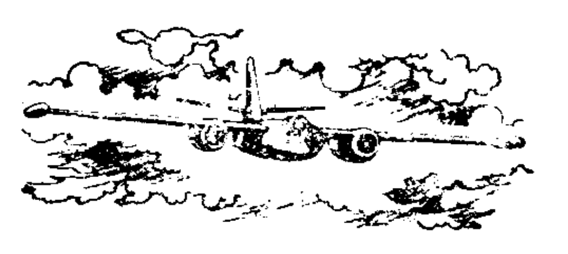

轰炸机

的“强行”攻击，因此人们又把它叫做“空中坦克”。

轰炸机，分战术轰炸机和战略轰炸机两种。战术轰炸机又叫“轻型轰炸机”，载弹量小，航程短，主要是用来支援地面部队，消灭敌战术、战役纵深的有生力量和技术装备，破坏各种军事设施以及其他坚固目标。战略轰炸机又分为“远程轰炸机”和“中程轰炸机”两种。总重量在100吨以上，航程在8000公里以上，载弹量在10吨以上的称为远程轰炸机（即重型轰炸机）；总重量在100吨以下，航程在3000～6000公里范围，载弹量5～10吨的称为中程轰炸机（即中型轰炸机）。战略轰炸机的主要任务，是用来突击敌深远后方的政治经济中心和重要的工业目标、军事目标以及交通枢纽，摧毁对方的战略目标。


反潜水上飞机

反潜机，主要是用于海上轰炸、攻击潜艇，它除了能携带普通炸弹以外，还带有深水炸弹、水雷、鱼雷等。


侦察机

侦察机，分有人驾驶和无人驾驶两种。它专门用于空中侦察，装有多种照相设

备，可在较短时间内获取敌方宽大正面和纵深地区的情报资料。侦察机的侦察手段有目视、照相、电子和红外线侦察等多种。

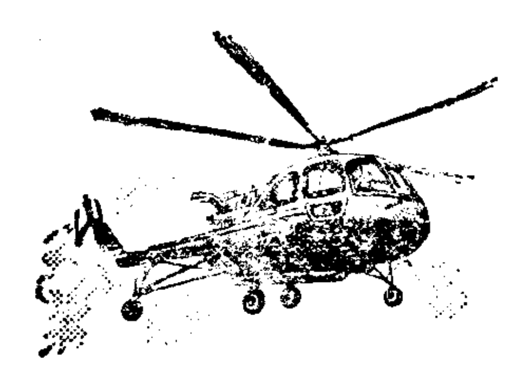
运输机，是空中运输的主要工具，用来空运、空投和输送人员和物资。运输机一般装载能力较大，有的运输机一次就可以载几百名全副武装的士兵。常见的民航客机也是运输机的一种。

警戒机，是一种装有远程搜索雷达设备的飞机。它就象设在空中能活动的警戒雷达站，可用来发现地面雷达不易发现的远距离和低空来袭的目标，达到增长预报时间的目的。有的警戒机加上特种设备，还可以作空中指挥所，在空中指挥其他飞机进行各种活动。

电子干扰机，是装有电子干扰设备，能在空中发射干扰信号或投放干扰物体的飞机。它能干扰敌方的警戒、炮瞄、截击等雷达的正常工作，转移敌人的视线，以掩护轰炸、歼击等机群的战斗行动。

教练机，是用来训练飞行员的飞机。型别很多，训练哪一种型别飞机的飞行员，通常就采用哪一种型别的教练机。它与同型飞机的区别，主要是增加了教员的座舱和双套驾驶设备。

加油机，是专门在空中给飞机加油的一种飞机，它有较大的储油箱和空中加油装置，通常由大型运输机或轰炸机


直 升 机

改装的。

另外，还有直升机、短距离垂直起降机、水上飞机等。

军用飞机和其他武器一样，是在作战双方这一对矛盾中产生和发展起来的。随着航空技术的发展，更先进的各式各样的飞机将会不断地出现。

为什么飞机会飞?

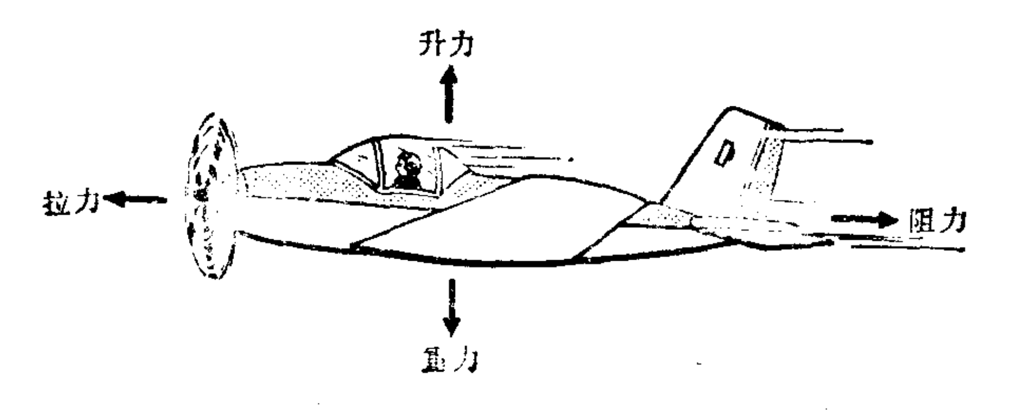
广阔的蓝天，翱翔着雄鹰。自古以来，它激励着人们，幻想飞上天空。我国劳动人民，很早就开始了飞行的尝试，早在春秋战国时期，能工巧匠鲁班，曾制做了一架有机关的木鹊，飞起来"可高三丈至一二百步外"。到汉朝初期，又有人把大的鸟羽做成翅膀，模仿鸟的样子"飞数百步"，而后安然降落。这些都是人类早期飞行尝试的记载。放风筝，是少年们喜爱的一种活动。早在2000多年前的秦汉时期，风筝就被用作通信工具。唐朝时，有人用风筝传递军事情报，因而取得了战争的胜利。我国勤劳勇敢的人民，发挥自己的聪明才智，为人类的航空事业做出了很多宝贵的贡献。

风筝飞行的道理，和飞机有许多相似之处。放风筝是离不开风的。在无风的日子里，能不能把风筝放上去呢?

能。只要拉着风筝绳往前跑就行。因为拉着风筝往前跑时．原来静止的空气对它就形成了“风”。风筝在空中既不能直立，也不能平躺着，而必须要与风（也叫气流）的方向构成一个角度，这样，气流吹到风筝上就形成了两个效果的力：一个使风筝往后，叫阻力；另一个把风筝往上托，叫升力。当风筝绳的拉力大于或等于阻力，而升力又大于或等于重力（地球对它的吸引力）时，风筝就飞到空中去了。我们跑得越快，升力越大，风筝就飞得越高。一旦不跑时，“风”就不刮了，风筝只剩下重力，就会往下掉。

飞机飞行时没有牵引绳，但发动机的拉力（或推力）所起的作用和牵引绳一样。飞机的升力是由机翼产生的，当拉力大于或等于阻力，升力大于或等于重力时，飞机就可以飞到空中去。那么，机翼的升力又是怎样产生的呢？

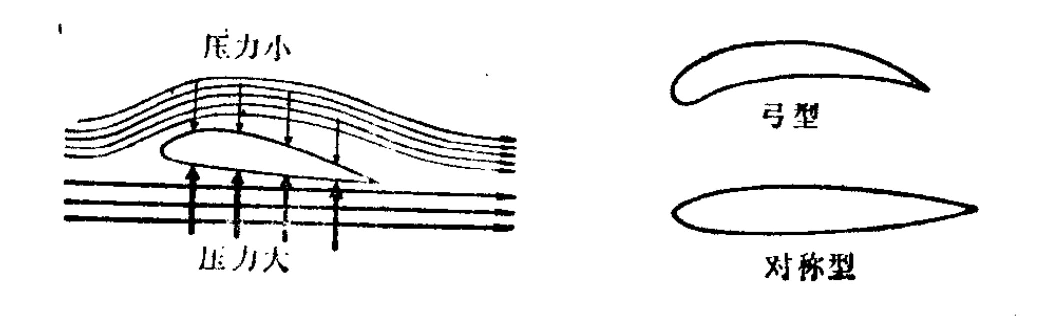
让我们先做个简单的实验：拿两张纸片，使它们互相平行，往两纸片间吹气，它们不但不分开，反而会互相靠拢。这是由于空气流速越大的地方压力越小，两张纸片间的空气流速大，压力减小，在外侧大气压力的挤压下，就互相靠



扰了。这在物理学上叫伯努利定理。另外，亚音速流动的空气还遵循这样一个规律：在同一个管道内，如果通道越窄，空气的流速越快，反之流速越慢。

如果把飞机的机翼切开，就会发现它的横截面形状跟一条去了尾巴的鲫鱼侧影很相似。也就是我们经常说的流线形，它的上表面弯度大，使通道变窄，下表面比较平直。当飞机前进时，迎面气流被分为两股，分别流过机翼的上下表面，而这两股气流同时到达机翼的后缘。这样，机翼上表面的气流，由于通道变窄，其速度必然较下表面的快些。根据实验知道，流速快的地方压力小，流速慢的地方压力大。因此使机翼上下表面产生了压力差。这个压力差是与气流方向垂直而向上的，我们叫它"升力"。

实践证明，飞行的速度越大，在其他条件相同时，机翼产生的升力也越大。滑翔机的速度小，为了获得足够的升力，除了增加机翼面积以外，有的滑翔机把机翼的横截面做成弓形的。这样，流过下表面的空气，由于通道较宽，使流速降低，机翼就能产生更大的升力。而速度很快的飞机，为



了增加灵活性，减少阻力，机翼都做得较小、较薄，机翼横截面的形状，做成对称形，或接近对称形。

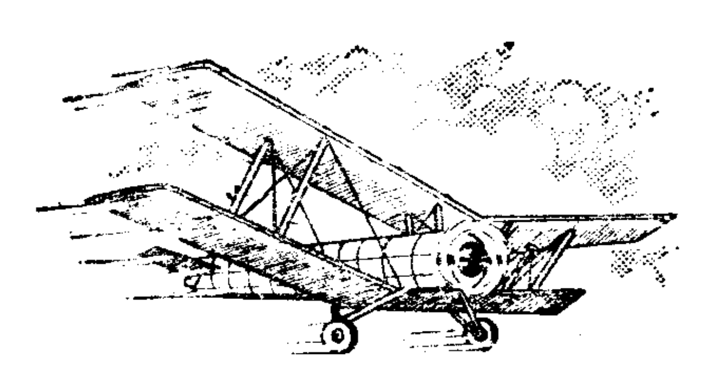
不论那一种截面形状的机翼，在一定的范围内增大迎角时，一方面使机翼上表面的气流走的弯度更大，流速更快；另一方面，使机翼下表面的气流受阻而流速变慢，因此升力也会跟着增加。飞机起飞的速度比较小，为了增大升力，都要抬起机头，以增大机翼的迎角来增加升力。但迎角增大时，阻力也会增大。所以在一般飞行中，机翼的迎角是有一定范围的。如果超过了这个范围，不但不能增加升力，反而会使飞机往下掉。

飞机能飞多高？

飞机是 1903 年诞生的，那时有人把汽车用的内燃机装在滑翔机上，驾驶它飞行了 260 米，飞行高度只有几米。第二次世界大战是内燃机飞机的全盛时代，那时的飞机最高可以飞到 15000 米了。到第二次世界大战末期，涡轮喷气发动机诞生了。由于涡轮喷气发动机具有体积小，重量轻和推力大的优点，目前喷气式飞机最高的已可飞到 30000 多米的高度。

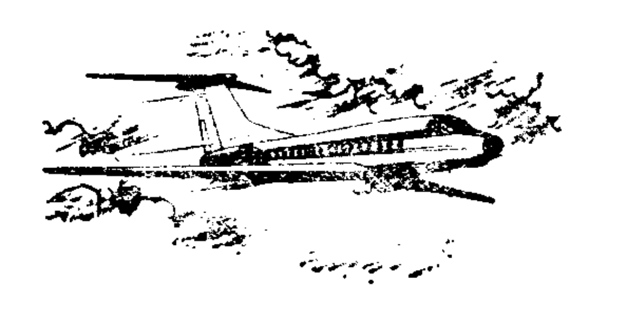
为什么不能飞得再高一些呢？

原来，喷气发动机在低空时的功率大，有足够的力量推



着飞机快跑。可是到了高空，它的功率就会大大降低。因为低空的空气稠密，发动机每秒钟吸进的空气多，需要的燃料也多，燃烧以后，就有更多的燃气对发动机作功，所以发动机的推力特别大。高空的空气很稀薄，在10000米高度上的空气密度，还不到地面的三分之一。在高空飞行时，进入发动机的空气少了，需要的燃料也必然少，燃烧以后燃气的劲头就不那么足。有一种喷气发动机在地面的推力有上万公斤，可是到了10000米空中，推力还不到地面的一半。发动机推力小了，速度受到限制，而机翼面积本来较小，就难以取得更大的升力支持飞机重量，飞机也就不能飞得更高了。

当然，这决不是说，飞机的飞行高度已达到了极限，毛主席教导我们："人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。"随着人们的反复实践，科学技术也会不断地达到新水平，飞机也将会飞得更高。



为什么高速飞机不用活塞式发动机，要用喷气式发动机？

火车跑得快，全靠车头带。火车头给火车提供了快速前进的动力。同样，飞机要飞得快，也要有很大的动力。飞机上产生动力的装置是航空发动机，人们往往把它比喻为飞机的“心脏”。

航空发动机从诞生到现在，大体上经历了航空活塞式发动机和喷气式发动机两个阶段。

航空活塞式发动机和汽车发动机的原理基本上相似。所不同的是，汽车发动机是通过齿轮传动机构带动车轮转动，而活塞式发动机是带动螺旋桨旋转产生拉力，使飞机前进的。

经过第一次世界大战，航空活塞式发动机得到了迅速发展。1906年，航空活塞式发动机的功率仅40马力，飞机每小时只能飞40多公里。1940年前后，发动机的功率已超过3000马力，飞行速度每小时超过700公里。

活塞式发动机虽然有了迅速的发展，但仍不能满足需要。因为人们希望飞机飞得更快、更高、更远，而航空活塞式发动机却承担不了这个“任务”。这是为什么呢？

因为要使飞机飞得更快，就要增大发动机的功率。根

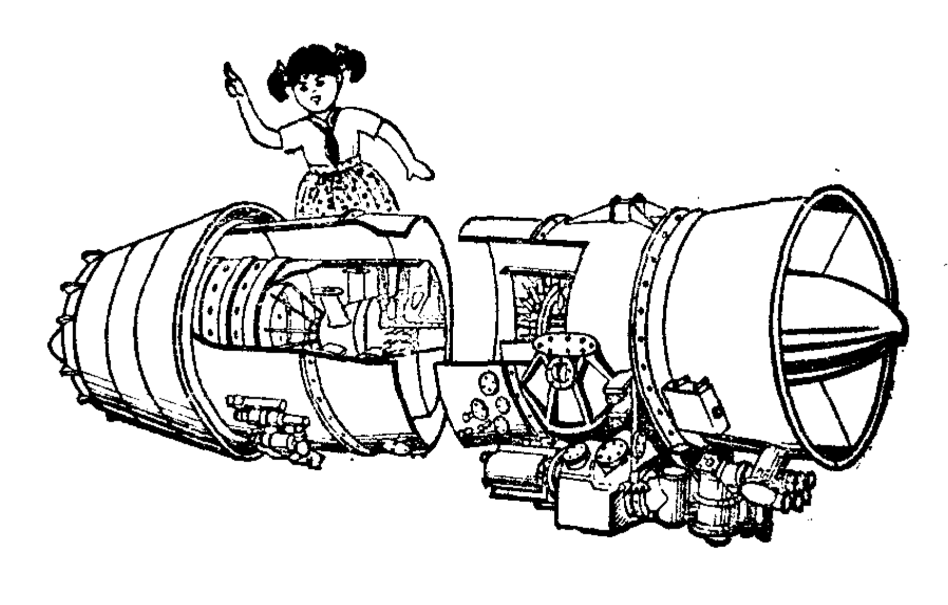
据计算：飞机飞行速度增加到原来的2倍，发动机功率就要增加到原来的8倍。如飞机飞行速度每小时500公里，发动机的功率要1000马力；飞行速度增加到每小时1000公里，发动机的功率至少要8000～10000马力。增大活塞式发动机功率的主要办法，是增加气缸容量。10000马力的活塞式发动机，不仅体积庞大，而且沉重不堪（至少有5吨重），飞机将无法起飞。另外，当飞行速度每小时超过了700公里以后，在螺旋桨叶尖处的相对气流速度已超过音速①，便会产生一种激波，使螺旋桨的工作效率急剧下降。也就是说，发动机损耗的功率很大，用于推进飞机前进的功率相对就小了。再就是活塞式发动机的效率较低，很难提高。由于这几个原因，航空活塞式发动机，就不适合作高速飞机的动力装置了。人们在活塞式发动机的基础上，创造出了喷气式发动机。

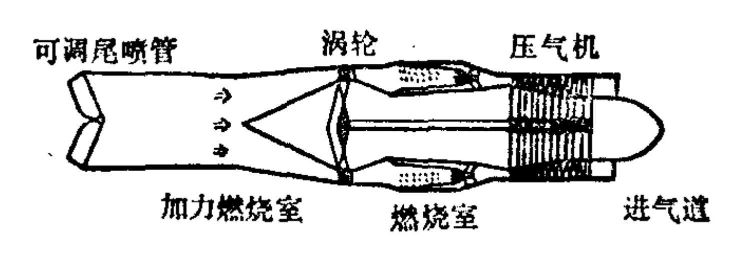
喷气式发动机，根据燃烧时所需要的氧化剂不同，可分为两类：一类是火箭发动机，它的燃料和燃烧时所需要的氧化剂都是自身携带的，是发射宇宙飞船、人造卫星、导弹等的动力装置；另一类是空气喷气发动机，它只携带燃料，利用空气中的氧气作氧化剂，是喷气式飞机的动力装置。

空气喷气式发动机种类很多，目前用得比较广的是涡轮喷气式发动机（也叫燃气轮机），它由进气道、压缩器、燃

① 在15℃和1个大气压下，空气里的音速为1228公里/小时。

烧室、涡轮、尾喷管等主要部件组成。空气被吸入进气道，经过压缩器压缩后，成为高压气体，流入燃烧室，与喷入的航空煤油混合燃烧获得热能，形成高温高压燃气，冲动涡轮转动，然后燃气在尾喷管继续膨胀，高速喷出。





喷气式发动机功率的大小，与单位时间内的进气量和流经发动机的空气速度增加量有关。单位时间内进气量越多，燃烧后就有大量的高温燃气作功，产生的推力也越大。喷气式发动机的进气量，一般每秒钟可达几十公斤，大的每秒钟可达到200多公斤，这样就可以获得很大的功率。目前有的喷气式发动机的功率已超过10万马力，而重量较轻，如30000多马力的发动机，只有2000多公斤。空气流经发动机时的速度增加量大，是说从发动机喷出的燃气速度，要比空气流进发动机时的速度大得多（即燃气的加速度大）。燃气之所以有加速度，是受到发动机内壁作用力的结

果。在燃气质量一定的情况下，要获得很大的加速度，发动机就要给燃气很大的作用力。根据作用力和反作用力的道理，燃气也要给发动机同样大小的反作用力，这个反作用力就是发动机的推力。喷气式发动机在相当大的飞行速度范围内，推力随着飞行速度的增加而增加，这正好跟飞机作高速飞行时，空气阻力不断增加的情况相适应。

空气喷气式发动机出现后，军用飞机和民用客机相继广泛采用，性能不断提高，功率越来越大，飞机速度也越来越快了。

人们对于航空发动机的认识是逐步深入的，由活塞式发动机发展到喷气式发动机。

现在人们又在研究试制原子能发动机、光子火箭发动机和离子发动机等。这些发动机的研制成功，必将使航空发动机的发展，又跃进一个新的阶段。

为什么喷气式发动机烧煤油而不烧汽油？

日常生活中，烧饭烧菜所用燃料不同，炉灶结构也有各式各样，有柴火灶、煤球灶、煤气灶等，它们所用的燃料也不能互相调换。同样，由于飞机发动机的原理和结构不同，所用的燃料也不一样。

活塞式发动机一般烧航空汽油，喷气式发动机烧航空

煤油。这是什么道理呢？

活塞式发动机的燃料在进入气缸之前，先要雾化，与空气混合成均匀的混合气才能燃烧，每燃烧一次要点一次火，燃烧是间断进行的。因此，燃料要容易挥发，沸点范围要低，容易点燃。航空汽油恰好具备这些条件，活塞式发动机就采用航空汽油作燃料了。

喷气式发动机的燃料，是直接进入燃烧室内。燃烧是持续进行的。也就是说，一次点火，连续燃烧。这样，对燃料的点火、挥发性能要求不很高，航空煤油完全可以胜任；加上航空煤油来源更充足，又较便宜，人们就把航空煤油作喷气式发动机的燃料了。

其次，是喷气式飞机飞得快，受到空气的摩擦也厉害，使飞机的温度明显升高，储存在飞机上的燃料的温度也随着升高。如飞机以亚音速在10000米高空飞行时，油温达摄氏70度左右；而飞机以两倍音速在20000米高空飞行，油温可达摄氏150度；再加上气压随着飞行高度的升高而逐渐降低，使燃料处于低压状态下。

由于高温和低压的影响，如果用航空汽油作燃料很容易蒸发。汽油大量蒸发，不仅损失燃料，而且在一定条件下还会引起爆炸起火，或者油蒸气堵住输油管路，导致发动机得不到液态燃料而空中停车。

另外，每公斤航空煤油所含的热量比航空汽油大，用同

样多的燃料，烧煤油的发动机推力要大一些；航空煤油的粘度比航空汽油大，具有较好的润滑性能；航空煤油的比热大，能起到冷却液的作用；航空煤油的比重，比航空汽油大，同样的容积，装载量多，飞机可以飞得更远。总之，由于喷气式发动机烧航空煤油比较经济，安全可靠，能提高发动机性能，增大航程，又能延长发动机某些零件的使用寿命，就理所当然烧煤油了。

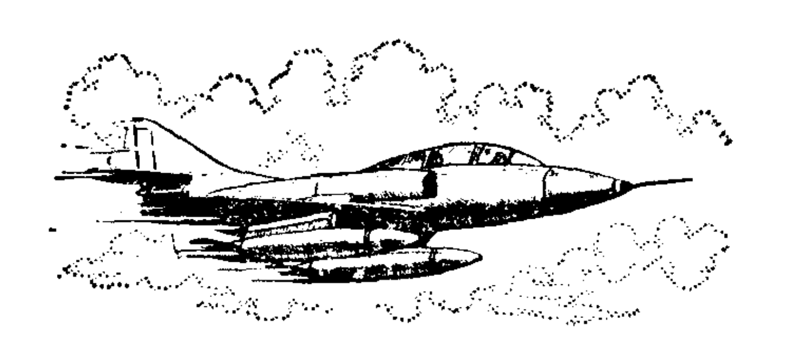
煤油和汽油都是从石油中提炼出来的。我国有着丰富的石油资源。在毛主席革命路线指引下，我国的石油工业得到了迅猛的发展，石油的产量和品种连年大幅度增长，不但能自给，而且远销国外；不仅能生产普通工业用油，而且能生产性能良好的航空用油，为人民空军的战鹰提供了足够的“粮食”。

为什么有的飞机能在空中加油？

火车要停在车站上才能加煤加水或加油，飞机要落到机场上才能加油，这是人们熟知的事情。可是，有的飞机却能在空中边飞边加油哩。

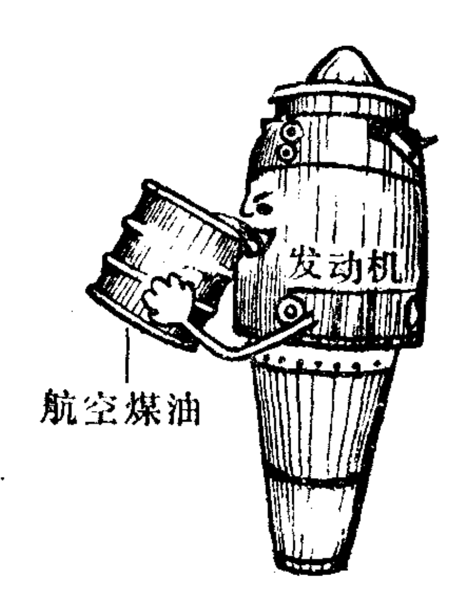
这是为什么呢？

有些飞机，例如远程轰炸机，主要用于奔袭敌后战略设施。飞机设计人员为了使它们能够飞得远、留空时间长一

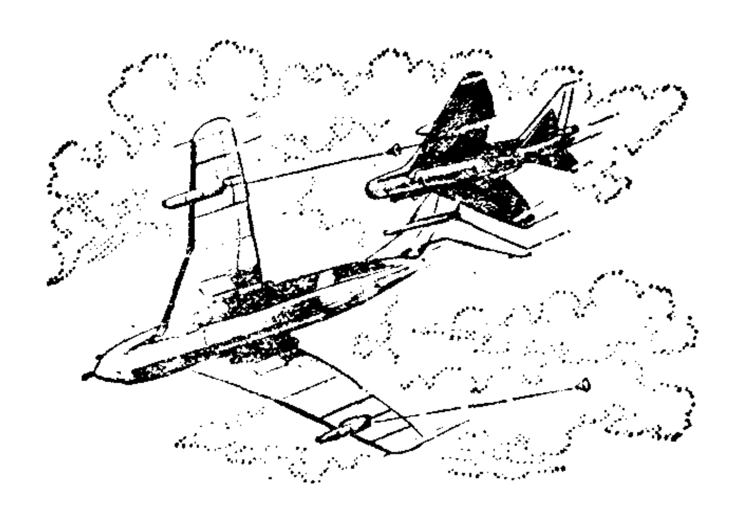


些，尽可能地给它们有个大“肚皮”，让它们多载燃油，以满足途中的消耗。所以，远程轰炸机一半以上的重量是携带的燃油。现代喷气发动机为了获得强大的功率，推动飞机高速前进，有的一分钟要吃掉300多公斤煤油，你看它的胃口多大。尽管远程轰炸机所带的燃油多，但要远航程飞行，途中还得再“加餐”。有人会说，那就让它们再下来加油好了。可是，它们身上挂有炸弹，为保障自身的安全，在所载炸弹没有投掉以前，是不允许它们降落加油的。如果飞机要下来加油，途中必须有个机场，在很多情况下也是办不到的。这就限制了这些空中“长跑家”们的航程和续航时间。

另外，为了摧毁敌方战略目标，远程轰炸机还必须携带足够数量的炸弹、导弹。各种飞机都有自己的最大起飞重量，多载弹就得少载油。远程轰炸机在飞远航程时，为了多带燃油，必须少带些炸弹、导弹。这可真使飞机设计人员左右为难啊。



在长期的反复实践中，人们终于找出了对飞机进行空中加油的方法。空中加油是利用一种专门的加油飞机进行



的，加油机上设置了很大的油箱和特殊的加油设备。为了让作战飞机有足够的燃料参加战斗，加油机一般配置在靠近战区的往返航线上空盘旋等待，这块空域叫加油空域。需要加油的作战飞机飞到加油空域后，就在加油机后面编队飞行，加油机伸出一根长管子，与作战飞机上特殊的受油口对接好，就可以开动油泵，把油源源不断地加到作战飞机里去。为了保持住两架飞机的相对位置，在整个加油过程中，两架飞机要密切配合。加油完毕，两架飞机将加油接头断开，作战飞机即可继续飞往战区或返航。为了节省时间，有的加油机还可以给二、三架飞机同时加油。在加油过程中，飞机没有作战能力，所以对加油空域还必须采取保护措施。

空中加油技术大大增加了飞机的航程、续航时间和有效载重，所以在军用航空方面得到了广泛的应用。除了对远程轰炸机、侦察机和战斗机等进行空中加油以外，有些国家的直升机，也开始采用了空中加油技术。

为什么飞机起飞后要收起落架？

当一行大雁飞过头顶时，你仔细观察，就会发现它们身

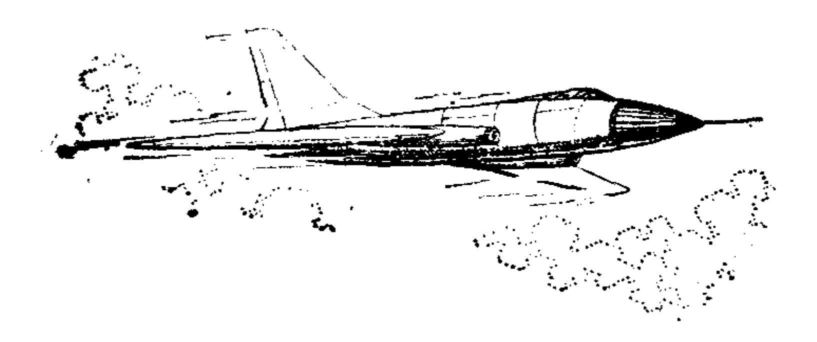


体下面的两只脚“不见了”。原来，它们都把脚紧紧地贴在腹下。不仅是大雁，几乎所有的鸟在飞行时，都会把脚收起来。这是鸟类减小空气阻力，节省体力的一种本能。

飞机一般有三个起落架。它的作用和鸟类的脚差不多，能支撑飞机停在地面上；飞机在起飞或着陆时，要靠它在跑道上滑跑，在空中就用不上了。

飞机在飞行中，任何一个外面露着的部件，都会受到迎面空气的阻挡而产生阻力。飞行速度增大，产生的阻力也增大；速度小，阻力也小。有一种飞机在高速度飞行时，起落架所产生的空气阻力，竟占飞机总阻力的40%。也就是说，发动机所发出的功率，一部分是用来克服起落架所产生的阻力，这样不仅飞不快，打起仗来也很不灵活。为了提高飞机的作战性能，人们模仿鸟类飞行时把脚收起来的情况，让飞机在空中也把起落架收起来。

现代飞机的机身或机翼里，都有容纳起落架的地方，叫起落架舱。起落架的支柱由可以转动的接头与飞机相连，支柱的转动一般由压缩空气或液压通过动作筒的活塞来推动。当飞机起飞后，飞行员操纵电门，动作筒就会把起落架



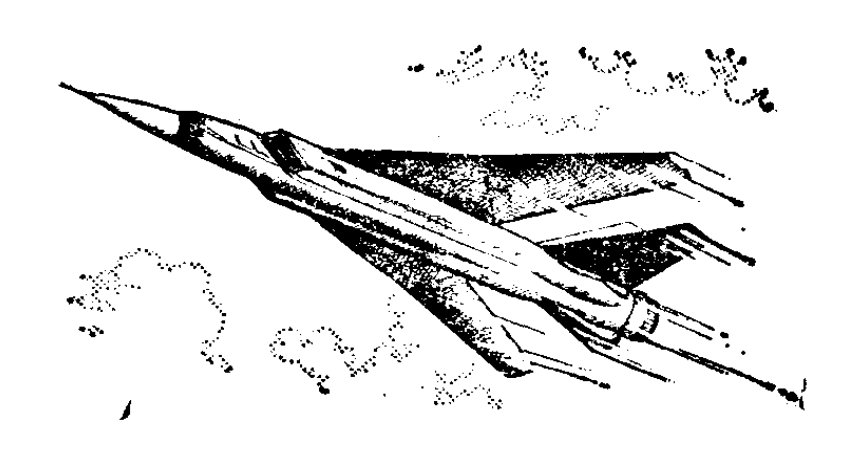
收到舱内，随即起落架舱的盖子将舱口盖平，保持飞机外表的流线形。收好后，还有特殊的锁自动将起落架和舱口盖子锁好，防止飞行时突然掉下来影响作战。所以，当飞机飞过头顶时，你就看不见它的起落架。到快要着陆的时候，飞行员操纵电门，锁与舱口盖子立即打开，起落架自动复原到着陆位置。这时，特殊的锁又把起落架锁好，防止着地时因起落架收起而造成事故。

飞机有了可以收放的起落架，大大减小了飞行时的阻力，所以目前大部分飞机都采用这种装置。由于这种起落架多了一套收放装置，不仅使飞机的重量增大，结构也较复杂。因此有些轻型飞机飞行速度不大，空气阻力影响不算大，为了减轻重量和简化飞机的结构，就采用固定起落架了。

为什么有的飞机的机翼是可变的？

在晴朗的日子里，有时我们看见老鹰舒展着两个大翅膀，在空中自由地翱翔，它是那么平稳而缓慢地一圈又一圈地盘旋着。可是，当它发现了美味的食物，就把翅膀往后一缩，猛扑下去抓住猎获物，又重新升入空中。

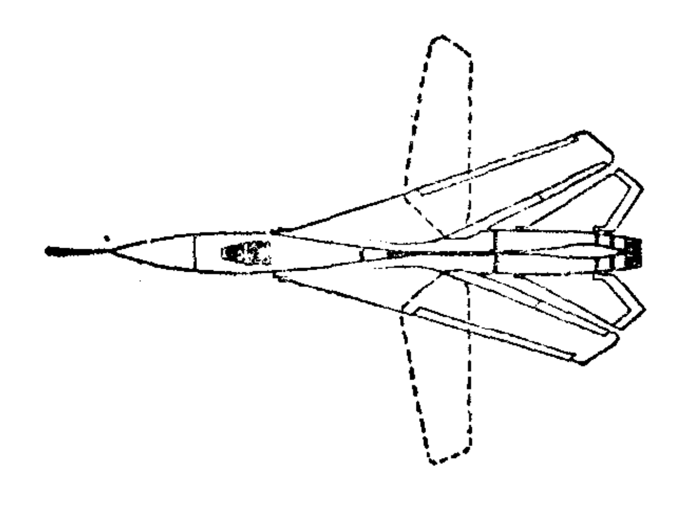
自然界中鸟类的这种变速本领，现在已被人们成功地运用到航空事业中去了。



现代的战斗机，都要求有尽可能快的飞行速度，有的超音速战斗机的飞行速度，每小时已达到3000多公里了。

世界上任何事物都具有两重性。一般适应高速飞行的飞机，在低速飞行时，性能都要下降。因为它的最小平飞速度和最小盘旋半径都很大。由于高速飞机的机翼面积都比较小，它产生的升力也小，要想把很重的飞机举上天空，就必须有足够大的速度。如果速度太小，升力不够，就支托不了飞机的重量了。例如，有一种超音速歼击机，在12000米高空的最小平飞速度是每小时700公里，如果小于这个速度，飞机就要往下掉。再说，飞机的最小平飞速度太大了，就显得不灵活，在12000米空中想转个弯，至少得绕一个半径为10公里的大圈子。当它与低速飞机作战时，只要对方一转弯，它就会冲过了头，失去了一次攻击敌机的机会。

还有，高速飞机的着陆速度快，一般都在每小时300公里左右，这比飞跑着的火车还要快好几倍。在很短的时间内要操纵飞机安全着陆，这给飞行员也带来很大困难。



高速飞机着陆时，具有巨大的惯性，必须给它修建很长的跑道，这不仅花费很多的建筑材料，而且目标也大，战时容易被敌人袭击。你看，高速飞机的弱点还不少哩！

能不能让高速飞机也具有低速飞机的性能，使一机两用呢？这个问题人们早已开始考虑了。老鹰在由慢速飞行变为快速俯冲时，翅膀向后掠，阻力变小。是不是可以让飞机机翼的形状和面积来适应不同的飞行速度呢？人们经过反复研究与实践，可变翼的高速飞机终于诞生了。

一般高速飞机的机翼是一个整体。可变翼飞机的机翼是分成两段的，与机身相连的一段，叫“固定段”；外边的可以活动的一段，叫“可动段”，它是装在固定段里的转轴上与机身相连的。可动段的活动，一般靠液压螺旋作动器来传动，由飞行员或电子设备自动控制。有的飞机的机翼后掠角只有几个固定位置，有的可以在较大范围内连续变动。

可变翼的后掠角，是随着飞行速度的增快而增大的。低速飞行时，后掠角很小，机翼伸展得比较平直，象老鹰在空中盘旋时一样，有较好的低速飞行性能。需要高速飞行时，机翼的后掠角随即增大，借以减小空气的阻力，同时增大发动机的功率，这样就可以作高速飞行了。所以可变翼的战斗

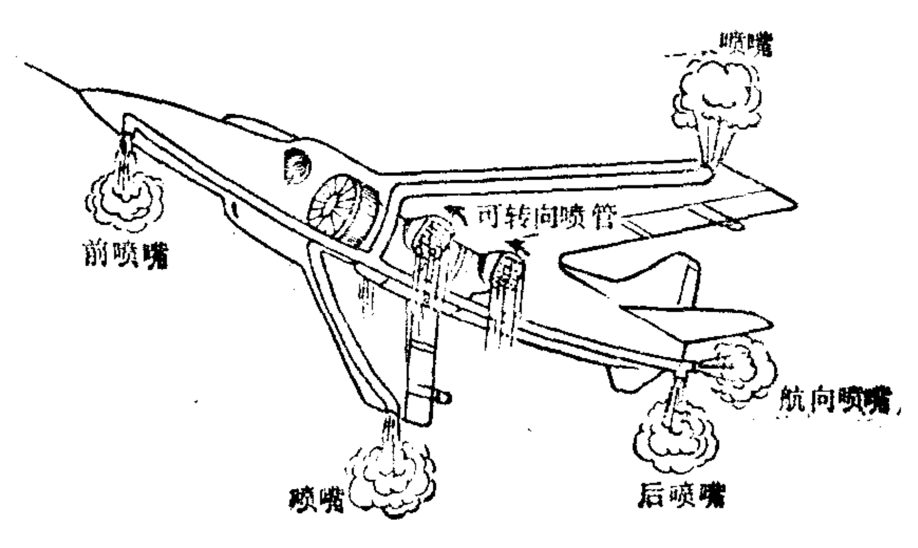
机，性能比较全面，用途也就广了。

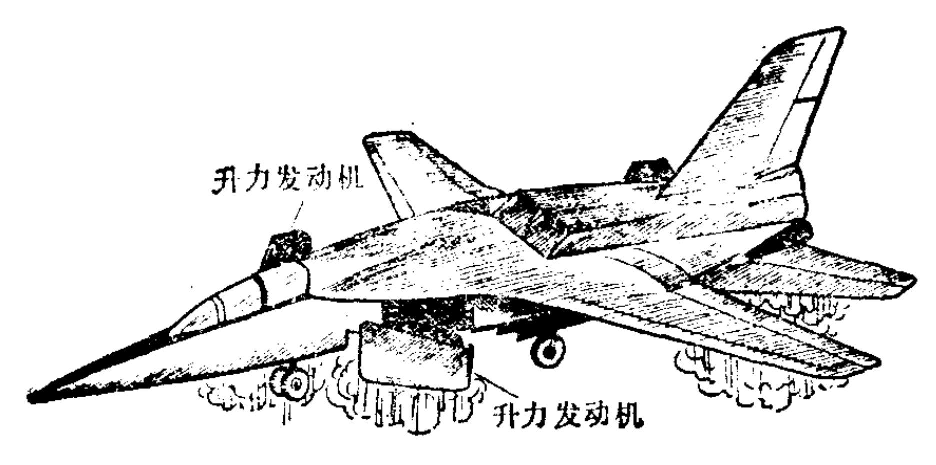
为什么有的飞机能垂直起降？

一般飞机起飞时，要在机场的跑道上滑跑加速，当机翼产生的升力大于飞机的重量时，飞机才能离陆升空。没有跑道，战斗机是不能升空作战的。在战时，巨大的机场容易遭受敌人的袭击，战斗机的使用会受到很大限制。

直升飞机可以用身上的大旋翼把它垂直地“拉”上天空。但是，直升飞机的速度小，不适宜跟快速飞机作战。要是战斗机也能象直升飞机一样垂直起飞，就可以把它分散隐藏起来，随时随地都能垂直升空作战，既荫蔽，又突然，也不需要建造巨大的机场，这该多好！但做到这点却很不容易。

人们很早就开始研究垂直起降战斗机了，经过艰苦的反复实验，现在已找到了一种解决的办法，就是直接用喷气发动机的推力，把飞机“顶”上天。为了让飞机既能垂直起飞，又能向前飞行，发动机的喷口要能改变方向。在





垂直起飞时，把发动机喷出的气流，通过喷管分成几股同时向下喷，就能获得向上的推力。当这个推力大于飞机重量时，飞机就上升了。这种飞机在翼尖、机头和机尾还设置了一些小喷嘴，控制这些喷嘴喷出气流的方向和流量，使上升过程更加平稳，而且还可以让飞机在空中原处转弯。如果让发动机的推力稍稍小于飞机的重量，飞机就能垂直降落。当推力等于飞机的重量时，飞机还可以悬停在空中。要飞机向前飞行，就操纵发动机的喷口，使气流慢慢地改为向后喷，飞机就前进了。

还有的垂直起降战斗机是在一般战斗机的基础上，垂直安装几台小喷气发动机，在起飞或降落时，就向下喷气，在一般飞行中，它是关闭不工作的，这种发动机叫"升力发动机"。当然，这会增加飞机的重量。

另外，垂直起降战斗机也可以用滑跑的方法来起飞和降落。在滑跑过程中，机翼所产生的升力，再加上升力发动机的作用，这样，不用多长的跑道，就能完成起飞或降落的过程。

垂直起降战斗机具有直升飞机的优点，在公路、篮球

场、军舰甲板都能起飞或降落。当然，这种飞机也有不足的地方，因为它在垂直起降时向下喷射强烈的气流，所以要求地面非常结实，不能在草地、泥沙地上起降，否则吹起的大量灰沙，不仅暴露了目标，还要损坏发动机。另外，由于它多了一套供垂直起降用的设备，使飞机重量和耗油量都增加了，作战性能和挂炸弹的能力都不如一般的战斗机，这些都还需要作进一步的改善。

为什么有的飞机机头前有根金属杆？

在电影或画报上，有时会看到歼击机机头前缘有根笔直、细长、闪闪发光的金属杆，它很象一把刺向敌机的利剑，很惹人注目。这是做什么用的？其实，它并不是什么飞机上的武器，而是一根前端有口，侧壁有孔的金属管子，它的名称叫“空速管”，是用它来测定飞机“空速”的。

空速，就是飞机相对于空气运动的速度。飞行员在空中飞行时，必须知道空速，才能正确操纵飞机上升、平飞、下降，或做各种特技动作。

歼击机在空战中，必须及时灵活地调整飞机的空速，才能在瞬息万变的情况下，抢占有利的攻击位置，迅速把敌机击落。

轰炸机执行任务时，知道了飞机的空速，才能进行轰炸

计算，准确地投弹轰炸。

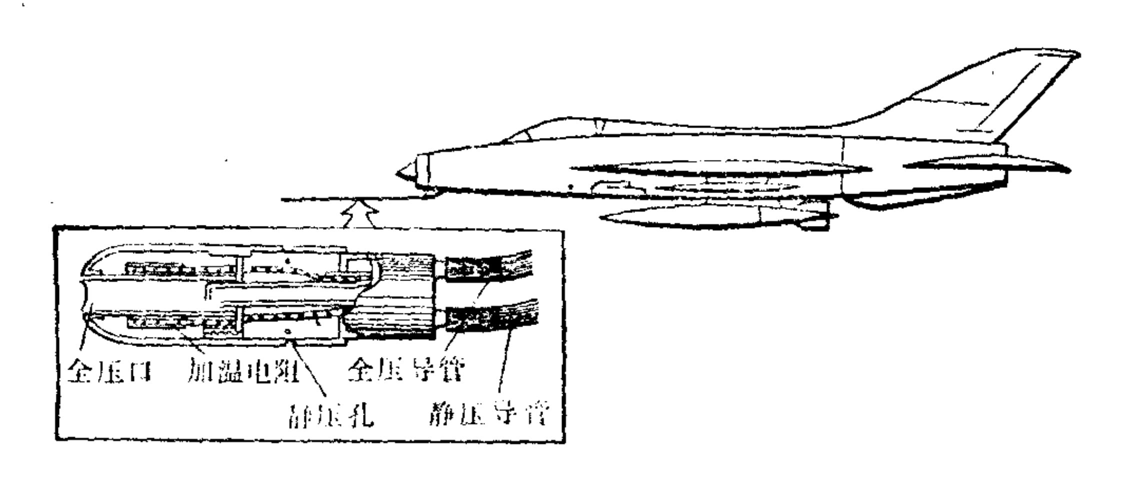
侦察机知道了飞机的空速，才能在空中成功地拍摄地面的军事目标。

航行时，知道了飞机的空速，才能进行领航计算，使飞机沿着预定的航线飞行，准时到达预定目标。

总之一句话，飞行人员只有知道了飞机的空速，才能正确地操纵飞机顺利完成任务。

空速管是怎样测定空速的呢？

地球表面有一层很厚的大气。空气虽轻，却也有重量。平时我们所说的大气压力，就是大气的静压。静压是随着高度的增高而减小的。我们坐在行驶的敞篷汽车上，迎面吹来的风，叫相对气流，使我们迎面感到有一种压力，这是大气的动压。速度大，动压就大。一切与空气有相对运动的物体，不仅受到大气的静压，而且，在迎面上还要受到大气的动压。我们把动压与静压的和，称为“全压”。飞机在空中飞行也不例外。所以，我们只要测出飞机所受到的大气的动压，



就能根据动压与速度之间的相互关系，计算出飞机的空速。

空速管是和座舱里的空速表连接着的，空速管前端的口，叫"全压口"，它能把飞行高度上的动压和静压，送到空速表中的开口膜盒里面。而空速管管壁上的孔叫静压孔，只能把大气的静压送到空速表里面(即膜盒的外面)，由于膜盒里外的静压相等，互相抵销，所以膜盒就只在动压的作用下膨胀，带动空速表的指针转动，指示出与动压相对应的空速来。

其实，空速管的作用还不只这些，飞机上一切需要外界气压的航空仪表(如高度表、升降速度表等)，操纵系统和瞄准具系统的静压，都是从空速管那里得来的。如果没有空速管，或空速管发生了故障，这些仪表和设备就不能工作了，所以现代飞机上，另外还装有一个应急用的空速管。

飞机上的空速管，并不都是装在机头前。超音速飞机，飞行速度快，相对气流流过机头和机翼的前缘时会产生激波，影响空速管准确接受大气的压力。所以有的空速管安装在机头前方；有的装在机翼尖的前缘；也有的装在垂直尾翼上。

为了防止飞机在云中(或湿度较大的空气中)飞行时结冰，堵塞全压口和静压孔，空速管内装有加温电阻，当温度在摄氏零度附近或摄氏零度以下时，要打开加温开关，进行加温。另外，飞机停在地面时，空速管上罩有防尘套，防止

尘土或杂物堵塞，起飞前把套子取掉，它就可以正常工作了。

为什么飞机上要有放电装置？

飞机在夜间复杂气象条件下飞行，飞行员有时会看到座舱盖上有蓝色的火花；白天在带电云层附近飞行，有些无线电设备往往工作不正常。这些现象都说明飞机带有静电。

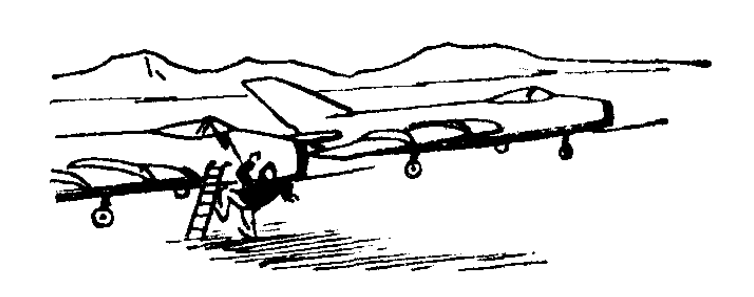
原来，飞机在空中飞行时，它的表面不断与空气中的尘埃、悬浮物发生剧烈的摩擦，产生了静电。飞机带静电的多少与飞行速度的快慢、飞机表面积的大小以及空气中尘埃粒子的多少有关。飞机速度越快，飞机表面所带静电越多。当飞机在带电云层附近飞行时，在飞机机体的一些部位上也会发生静电感应的现象，而使飞机带上静电。

虽然飞机上产生静电的因素较多，但摩擦生电是主要的，它可以使高速飞行着的飞机带有很高的电位。试验表明，飞机相对于周围环境的电位可以高达几十万伏。

也许有人要大吃一惊！好家伙，这么高的电位，飞行员能经受得住吗？

通过飞行实践，人们在设计和制造飞机时，已解决了这个问题。首先使飞机的内部结构和外表有着良好的导电性能；其次在飞机内部所有活动部分相邻之处，都用一种软金

属丝编成的导线把他们联接起来。当飞机各部所带静电电荷不等时，金属丝

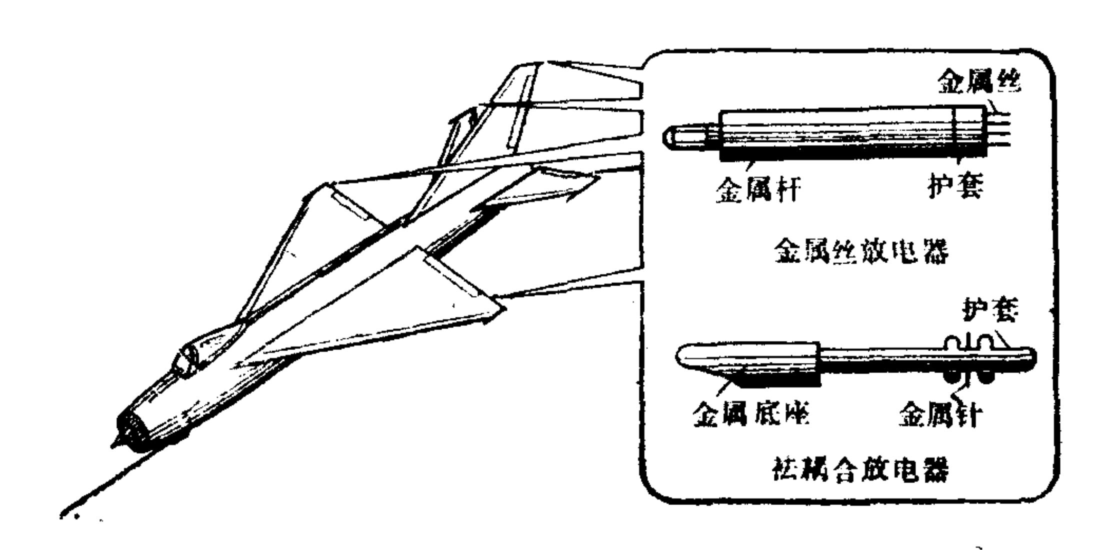


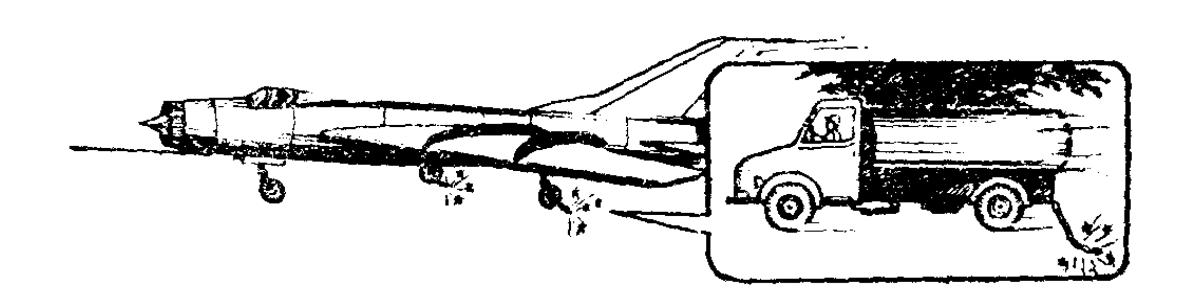
导线可以使飞机各部分的电位取得平衡，因此飞机飞行时，就其本身来说，是处在电位相等的状态中，它的静电电位虽高，对飞行员的安全却没有影响。

可是，当飞机和其他电位不等的物体接触时，就有很大的危险了。如：在空中进行加油，两架飞机的电位不等，相互接触时，就有可能发生火花放电而导致起火燃烧的危险；飞机着陆时，如果飞机上有正电，绝缘的起落架轮子就可以使飞机保持一定的电位，若地面人员接触飞机就可能遭到电击。

由此可知，飞机带上了静电，是一种不安全的因素。为了防止高速飞机带静电后造成的危害，就必须装有放电装置。

目前飞机上的静电放电装置主要有金属丝放电器和祛





耦合放电器两种。金属丝放电器是在一根金属杆末端装有一定数量的很细的金属丝，杆的另一端以螺纹与飞机相连，保持良好接触，飞机上的静电就通过它的金属丝泄掉。祛耦合放电器是在一根高电阻的介质杆末端装上金属针，另一端通过金属底座与飞机连接。这种放电装置不仅有较好的放电性能，而且还能减弱放电时产生的干扰信号，保证无线电设备正常工作。

飞机上装了放电装置，能使飞机上的电荷及时放掉，但飞机还可能带有少量的静电。为了安全起见，在飞机起落架上还装有一根金属导线（叫接地线）。当飞机着陆时，接地线可以将飞机上没有放完的电荷及时放掉，确保地面安全。这一点跟汽油车后拖根铁链的作用是一样的。

为什么飞行人员要用航空地图？

我们最常见的地图，有中国政区图、中国交通图和中国地形图等。地图的种类不同，用途也不一样。中国政区图会告诉你全国各省的地理位置、形状和面积大小；中国交通图会告诉你全国的铁路、公路、航空线和航海线分布的情

况；而中国地形图能使你看到我们祖国的山脉、平原、盆地等起伏的面貌。

如果你走进机场，就会看到每个飞行人员都有一个飞行图囊，里面装的地图，既不是政区图和交通图，也不是地形图，而是航空地图（简称"航图"）。

航图，是专门供飞行人员航空使用的地图。在那五颜六色的图面上，不仅用大小不同的符号标记着星罗棋布的城市和村镇；用红色、黑色、蓝色的曲线描绘着纵横交错、伸向四面八方的公路、铁路和长短粗细不同的河流，而且还用天蓝色、绿色、黄色和棕色标示着湖泊、平原和群山……。打开航图，就好象在空中看到了祖国壮丽的山川一样。

航图是重要的领航工具之一，飞行人员飞行前确定航线，飞行中判定飞机的位置都离不开它。因此，它有不同于一般地图的各种特殊要求。

首先，图上地标的位置要准确。如果图上地标的位置与实际的位置误差较大，飞行人员在图上画的航线就不准，飞行时会造成航迹的偏差，不能准确到达预定地标上空，也给飞行人员在空中准确判定飞机的位置带来困难，严重时会造成迷航，完不成战斗任务。

因此，航图上所标的每一点的位置，要比一般地图准确，每一个地区的地形、地貌特征描绘得也要比一般地图准确。并且标有从飞机上易于识别的各种明显地标。例如：

矿井、庙宇、宝塔、岩峰和航海灯塔等。

在航图上，还标记和描绘着飞行所需的航空资料，供飞行人员使用。

例如：地面上大大小小的山峰，在图上都用数字清楚地标明了它们的高度，使飞行人员在空中飞行时，随时知道航线附近地形的起伏，确定飞行的最低安全高度。这样，就是在云中飞行，看不到地面的情况下，也可以避免发生撞山等飞行事故。

在航图上，还有一条条弧形的磁差线。因为飞机上的磁罗盘，是利用地球磁场的特性测定飞行航向的，而地球的磁极与地极不在一处，使罗盘磁针指示的方向常常不是真正的南北极，在不同的地区飞行时，必须根据图上这个地区的磁差线修正这一误差(磁差)，才能使罗盘指示真正的航向。

航图的比例尺，也是有规定的。比例尺太小了，图上的地标不详细；比例尺太大了，使用不方便。一般情况下，采用一百万分之一的地图作为航空地图。近距离飞行时，采用五十万分之一的航图；远距离飞行时，用一百五十万分之一或二百万分之一的航图。高空大速度飞机采用小比例尺地图；低空小速度飞机采用大比例尺地图。

在使用航图前，还要看一看绘制的日期和出版的年月。我们祖国的面貌日新月异，新建的城市、新架的桥梁、新造的梯田、新修的水库和长达几百公里的水渠……在祖国的

大地上增添了不少新的地标，要随时了解变化的情况，把新的地标，补充在航图上，才能使战鹰更准确地航行。

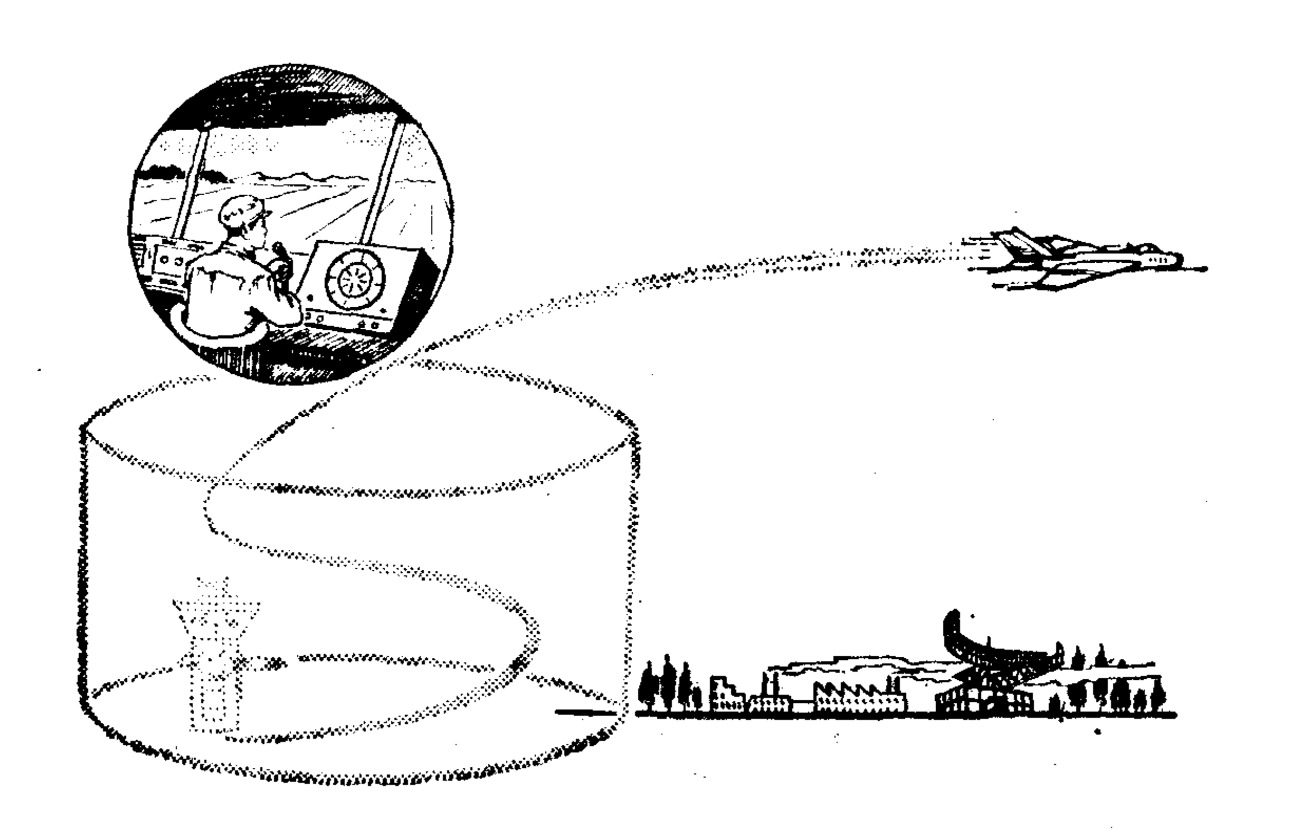
空军战士珍惜和热爱手中的航空地图，它不仅是飞行的依据，而且在执行各种战斗任务的时候，它一次次把祖国的锦绣山河深深地印在自己的脑海里。为了保卫社会主义的万里江山，战鹰将永远沿着毛主席指引的革命航向飞翔战斗。

为什么飞机在广阔的天空飞行，还要实行“飞行管制”？

广阔的天空，茫茫无际。银燕展翅去巡航，万里长空任飞翔。其实，飞机在空中是不能随便乱飞的。它就象城市里的汽车一样，要严格地按照“交通规则”，实行“飞行管制”。这就是说，不管什么类型、执行何种任务的飞机飞行时，都要接受飞行管制机构的管制指挥，在规定的时间、空间内，按照规定的航向、飞行高度和规定的飞行动作顺序飞行，不能想怎么飞就怎么飞。偌大的天空为什么还要实行飞行管制呢？

我们打开航图，就会看到机场的分布，真可以说是星罗棋布；大城市附近更为密集，有军用的、民用的，还有专供训练滑翔员用的滑翔机场。在这些机场中，有各种军用和民用

的喷气式和螺旋桨式飞机。它们有的飞得高（如歼击机、截击机等）；有的飞得低（如强击机、通讯机等）；有的飞得快（如各类喷气式飞机）；有的飞得慢（如各类螺旋桨式飞机）；有的飞得远（如远程轰炸机、大型运输机）；有的飞得近（如短途运输机、直升飞机等）；而军用歼击机、强击机还要在空中做各种特技动作，或进行空靶、地靶射击和轰炸飞行。随着我国社会主义革命和社会主义建设的飞跃发展，执行空中运输任务的民用班机也日益增多，现在从祖国的首都北京可通往全国各主要城市。同时，随着毛主席革命外交路线的胜利，我国民用班机已通航世界各大洲，越来越多的友好国家的民用班机满载着国际友人来我国参观访



问，增进友谊。这么多的飞机，来自国内外的四面八方，如不实行严密的飞行管制，必然会造成空中飞行秩序混乱，甚至发生飞机相撞，给人民的生命财产造成严重的损失。为了维护飞行秩序，确保飞行安全，必须实行严密的飞行管制。

实行飞行管制，还可以对飞入或飞出我国国界的飞机实行监督，这对维护我国领空主权的尊严也是非常必要的。

实行飞行管制还有一个重要的作用，就是能及时澄清空中情况，防止敌机窜扰和偷袭。我们实行了严密的飞行管制，对飞行在我国境内的国内和国际的各型飞机就会做到心中有数，一旦敌机窜进来了，很快地就能发现，指挥我机截击。

为了保证一些重要目标（如首都北京和上海等城市）的安全，还划定了一些“空中禁区”。什么是“空中禁区”呢？就是保持这些重要目标净空。换句话说，就是不准未经许可的飞机飞到这些重要目标上空去。如果发现有飞入禁区的飞机，飞行管制机构可以及时采取果断的措施。

我国的飞行管制工作，是由分布在各地的飞行管制机构——航行调度部门具体组织实施的。一切飞行任务，通常应在起飞前向航行调度部门提出飞行申请，经批准后方可飞行。地区最高航行调度部门，负责汇集本管制区的飞

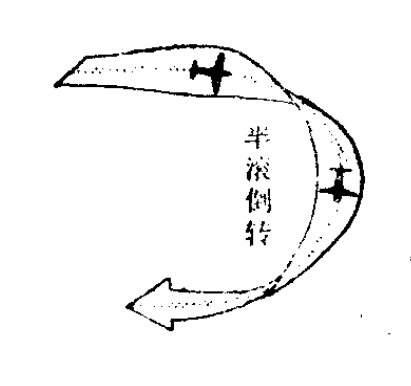
行计划，统筹安排起飞顺序，并将计划通知有关机场航行调度室。飞机按照计划起飞后，航行调度部门使用无线电和雷达设备，随时掌握飞机在空中飞行动态，指挥飞机按照规定的高度、航线飞行，并适时的调整各机之间的安全间隔和距离。如果进行飞越几个飞行管制区的长途飞行，则各个管制区应一个一个地往下交接，直至飞机到达预定的机场安全降落。

为什么飞机能做各种特技动作？

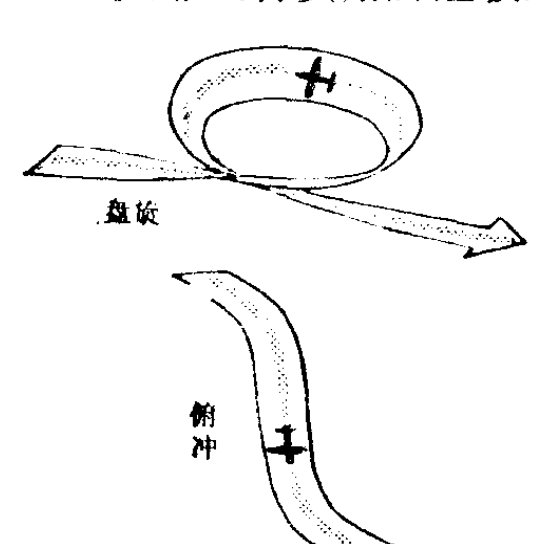
船在水上航行，能改变方向和转弯，是靠船尾舵的作用。要船转弯，人们只要操纵舵面向左或向右偏转一个角度，水流经舵面时，产生一个使船头向左或向右转的力矩，船就转弯了。

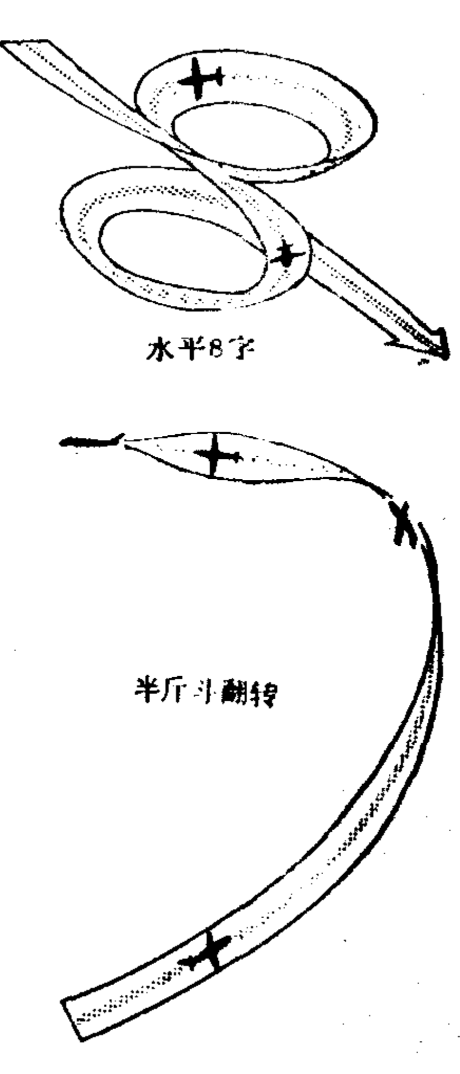
飞机在空中飞行，要改变飞行方向和状态，靠的也是舵面。不过飞机运动有它的特殊性，它不但要在水平面上左右转弯，而且要做各种特技飞行，如盘旋、俯冲、跃升、斤斗、横滚、半滚倒转、半斤斗翻转等简单特技和复杂特技，还有上升横滚、水平8字等高级特技。这些运动形式，光靠方向舵是不行的，人们特地在飞机尾翼和两个机翼上，安装了能够上下活动的舵面。

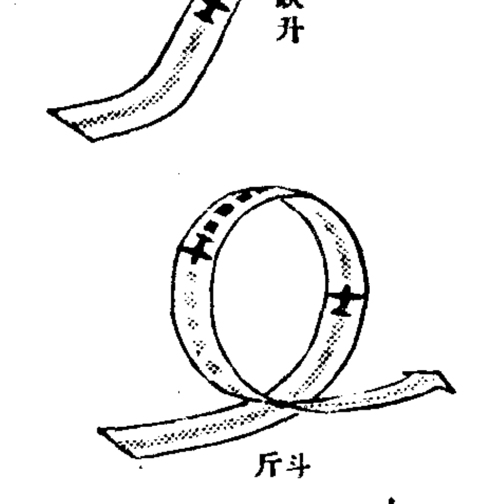
飞机的尾翼，分为垂直尾翼和水平尾翼。垂直尾翼由



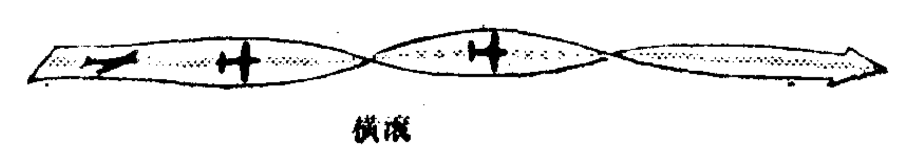
垂直安定面和方向舵组成。垂直安定面是固定的，它的作用是保持飞机的方向。方向舵能左右转动一定范围，这是靠飞行员用脚蹬板来操纵，而改变飞机的运动方向。水平尾翼由水平安定面和升降舵组成，升降舵能上下偏转。有的水平尾翼不设安定面，而是整个水平尾翼都能转动一定范围，称为全动式平尾。飞行员只要后拉或前推驾驶杆，就可以操纵飞机升降。







飞机的机翼装在机身的两侧，





主要作用是产生升力，使飞机能够升空。在左右机翼靠翼尖后缘，各装有一个能上下转动一定范围，但方向相反的舵面，叫做“副翼”。飞行员向左或向右压驾驶杆，操纵两边的副翼，而使飞机作滚转运动。

知道了飞机操纵系统的结构和作用，就容易理解飞行员操纵飞机做各种特技动作的道理了。例如，要飞机作翻斤斗动作，飞行员使方向舵保持正中位置。只要向正后方拉杆，使升降舵向上偏转一个角度，气流流过升降舵时，产生一个使机头向上的抬头力矩，飞机就在垂直面上作圆圈运动，这就是飞机在空中翻斤斗了。如果要飞机直线俯冲，方向舵同样保持正中位置，飞行员只要向前推杆，使升降舵向下偏转一个角度，气流流过升降舵时，产生一个使机头下俯的力矩，飞机到需要的俯冲角度后，再把杆回到原来的位置，飞机就沿倾斜路线向下作直线运动。要使飞机在空中作滚转运动，飞行员只要向左或向右操纵驾驶杆，使飞机产生一个滚转力矩就行了。例如，飞行员向左压杆，左边的副翼就向上偏转，右边的副翼向下偏转。这时，流过左机翼的气流，产生一个向下的空气动力，流过右机翼的气流，产生一个向上的空气动力。这样，两个机翼上的力大小相等，方向相反，对飞机的重心构成了一个滚转力矩，就使飞机绕机身向

左作横滚。反之，则向右横滚。

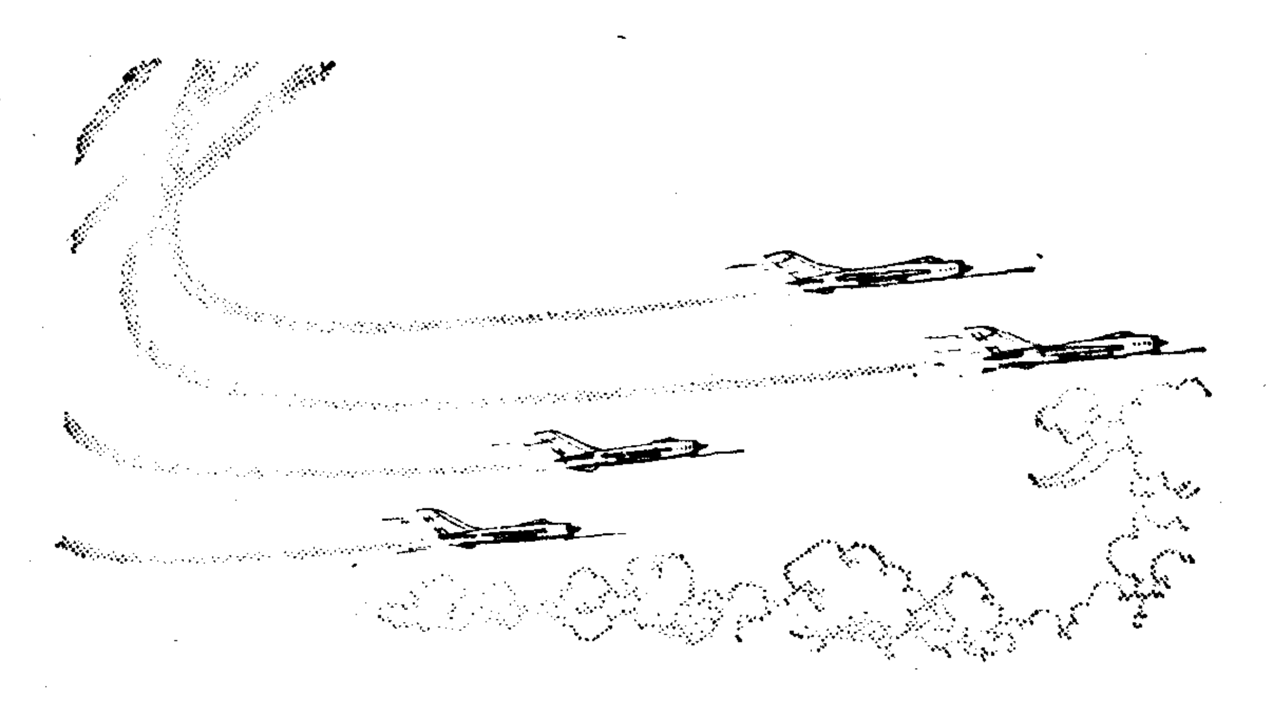
飞机在空中做其他各种特技动作，其道理是相同的，只是飞行员根据不同的需要，灵活操纵驾驶杆和脚蹬板，就能使飞机按照需要完成各种特技动作，翱翔在祖国的万里长空。

飞机做这些动作有什么意义呢？

特技飞行是飞行员训练中一项重要课目，它是战斗技术的基础。平时通过特技训练，可以掌握特技动作的变化规律，熟悉飞机的飞行性能，还能提高飞行耐力，培养英勇顽强、沉着果断、迅速准确、灵活机智的战斗作风。空战时就能在各种状况下，机动灵活地攻击敌机，歼灭一切敢于来犯之敌。

飞机在高空飞行，为什么尾部有时拖着长长的“白烟”？

蔚蓝的天空，银燕展翅飞翔。我们抬头仰望银燕，有时会看到它的尾部拖出一条或几条白烟。这白烟有的呈曲线，有的是圆形，有的是直线伸向远方，显得十分美丽、壮观。人们把这种现象称为飞机“拉烟”。其实，这并不是飞机拉出来的烟，而是在飞行轨迹上所产生的一种特殊云带。气象学上，称这种特殊云带为“飞机尾迹”。



飞机在不同的高度飞行，由于空气中的温度、湿度和压力等条件不同，所产生的尾迹也不一样。最常见的一种尾迹是废气尾迹，也就是我们常说的“飞机拉烟”。

废气尾迹是怎样形成的呢？

严寒的冬天，人们一说话，口里就会呵出一缕缕“雾气”。这是由于人们呼出来的气，比空气热，又含有较多的水汽，它一与外界冷空气混合，温度迅速降低，其中的水汽就凝结成无数的小水珠，形成了白色的“雾气”。

废气尾迹的形成过程，跟上述情况很相似。目前，飞机使用的航空燃料，是一种碳氢化合物，它燃烧时，一方面由分解出来的氢气和空气中的氧气结合，变成了大量的水汽，另一方面又释放出大量的热量。高速喷气飞机飞行时要消耗大量燃料，产生出大量的水汽和热量，这些水汽和热量大部分随废气排出，并与周围空气迅速混合。结果，飞行轨道上空气中的水汽骤然增多，气温也升高了。这两者对水汽

凝结所起的作用恰恰是相反的：水汽增多，使空气的相对湿度增大，对水汽的凝结是有利的；温度增高，使空气的相对湿度减小，对水汽凝结是不利的。这样，水汽增多的作用和空气温度增高的作用，在废气尾迹的形成过程中构成了一对矛盾。当水汽增多，使相对湿度增大的作用占优势时，飞行轨迹上的空气，可能达到饱和状态，产生"废气凝结尾迹"。当温度增高，使相对湿度减小的作用占优势时，事物的性质就起了变化，这时飞机轨迹上的空气就远离饱和，不但不会发生凝结现象，而且原来如有薄的云层，由于云层受热蒸发后，有时还会使云产生一条明显的"裂缝"，这条裂缝就是"废气蒸发尾迹"。不过，这种尾迹出现比较少。

常见的"拉烟"大多是废气凝结尾迹，多数出现在气温低于摄氏零下40度的8000～10000米高空，它通常在飞机后面50～100米处开始形成，一般可以存在30～40分钟，然后渐渐变成象卷云一类的云。如果高空对流作用强时，尾迹形成后不久就会扩散消失。

除了废气尾迹以外，还有对流性尾迹和空气动力尾迹。对流性尾迹也是由飞机所排出的废气形成的。不过，它往往出现在飞机后面几百米到几千米以外的天空，不易被人们注意。空气动力尾迹是在空气动力作用下形成的，多数出现在飞机的翼尖和螺旋桨的后面，存留的时间很短。这两种尾迹对作战影响都不大。

飞机的废气凝结尾迹，一般在几十里以外就能看见，很容易暴露目标，显示出飞机的动向、数量、队形和战术企图。因此，我们既要善于避免它，又要善于利用它。空战中，应尽量避免产生尾迹，以免过早暴露自己。但有时也可以利用尾迹引诱敌机进入我预先选定的空战区，给以歼灭之。对废气凝结尾迹的利用和避免，只有认真分析研究当时的实际情况，才能作出正确、果断的决定，使飞机尾迹成为对我有利对敌不利的因素。

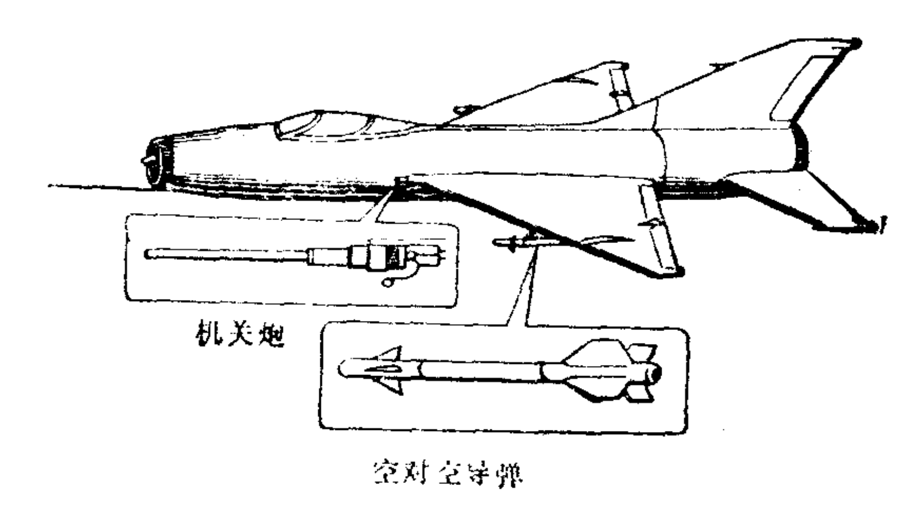
飞机"拉烟"要具有一定的大气条件。如果没有这种条件，飞机能不能"拉烟"呢？能，这就是进行人工"拉烟"。高速飞机在作飞行表演时，为了使地面观众看得清楚，就装有人工"拉烟"设备。人工"拉烟"除了用于飞行表演以外，还可以用在飞行训练中，帮助地面观察飞机在空中飞行的情况。

为什么歼击机要装备多种武器？

歼击机是歼灭空中入侵之敌的有力武器。随着航空技术的发展，歼击机上配备的武器也由简单到复杂，目前一般都配备有航空机关炮（或机关枪）、航空火箭弹、空对空导弹、小型炸弹等多种武器。

飞机用于战争，最初并没有专用的航空武器，只不过是

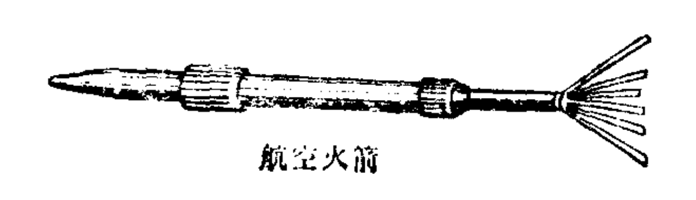
把陆军的步兵机枪搬上飞机罢了，当时航空技术还不发达，飞机上大部分是布、木结构，没有防护装甲，用这种机枪已是够厉害的。



随着飞机飞行速度和高度的不断增加，以及飞机结构和防御力量的加强，原来装备的步兵机枪已不能适应飞机作战的需要，特别是通过多次实战，人们发现飞机上的枪炮必须重量轻、射速高、威力大、操作简便、工作可靠才行。

人们经过反复实践，认为歼击机上的枪炮口径以20～30毫米比较合适，一般口径在20毫米以下的叫"航空机关枪"，口径在20毫米以上的叫"航空机关炮"。目前装备在歼击机上的机关炮，射速每分钟可达1000～1500发。多管炮射速的大小，取决于炮管、机匣的旋转速度和炮管的数量，六管炮的射速，一分钟可达6000发。

在提高射速的同时，对机关炮的弹药也进行了研究和改进，从单一的爆破弹发展成为穿甲弹、曳光弹、燃烧弹等多种弹头。另外，在改进弹壳材料、减轻重量、采用无弹壳弹药等办法，


航空火箭

来增加载弹量和提高炮弹的杀伤力。

自从大型轰炸机出现后，不仅速度高，而且自卫能力较强，如果歼击机仍用机关炮去攻击它，就显得威力很不够，而且必须飞到机关炮的有效射程内开火，机关炮的有效射程最大也不过1000多米。这样近的距离开火，歼击机反而容易遭受敌轰炸机自卫武器的伤害，随着空战的实际需要，人们又研究成功了航空火箭弹。

航空火箭弹本身有动力装置，它的射程较远，能飞几公里到十几公里；能装零点几公斤到十几公斤的普通炸药，威力也大，结构简单，成本低；一架歼击机就能带十几枚到几十枚火箭弹。它的主要缺点是散布大、命中率低，不能完全适应现代防空的需要。为了提高命中率，人们给火箭弹安上了引导装置，这就成为可控制的空对空导弹了。

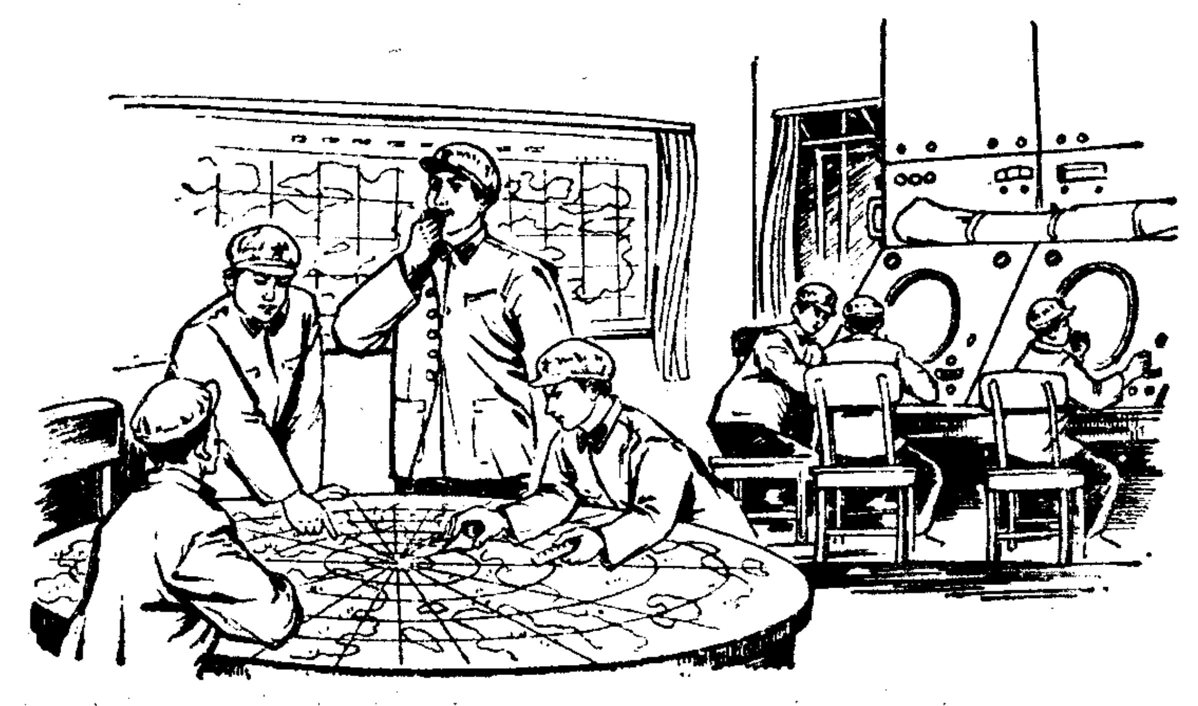
空对空导弹射程远近不一，一般高空为10公里、低空为3公里左右。制导方式各异，常用的是红外线被动制导和雷达半主动制导等。导弹弹头一般装烈性炸药，也可以装核弹头。

空对空导弹与其他航空武器相比，射击准确性较高，发射距离较远，威力较大。但是，它也存在一些缺点，如结构复杂，容易发生故障；对机动目标和在干扰情况下使用，制导准确性降低；造价高，体积大，重量重，备弹量小（一般一架飞机只能带2～6枚），使歼击机的攻击能力受到限制，发

射完后容易处于被动。因此空对空导弹只能同其他航空射击武器配合使用，才能互补所短，各施其长。

为什么空中作战还要地面指挥员指挥？

在广阔无际的天空中，人的目视范围是有限的。歼击机在空中对敌作战，敌机的位置、高度和速度是经常变化的，飞行员在空中往往无法直接观察发现敌机。虽然机上装有雷达，但一般只能看到几十公里以内的敌机。如果要歼击机上的雷达看得很远，必须增大功率和天线，这样雷达的体积和重量也要增大，歼击机就飞不快、不灵活了，这是歼击机的作战性能所不允许的。怎么办呢？这就要由地面指挥所来指挥、引导了。





地面指挥所有严密的雷达网和全套的指挥引导设施。如专门用来搜索发现远处敌机的“警戒雷达”，能够比较准确测出敌机的方位、距离和高度的“引导雷达”等，它们能在远距离上搜索发现空中目标。当发现敌机后，迅速将情报传递给雷达情报中心，自动综合整理，并在指挥所内自动准确地将敌机的位置、高度、目标性质和航迹在遥控显示器和综合显示器上显示出来，并标在标图桌上，让指挥所人员清楚地看见空中出现的敌机情况。指挥员根据敌情和战区气象等各方面的资料，分析敌机活动企图，定下作战决心，确定打击来犯敌机的方法，下达作战命令，实施作战指挥，迅速准确地指挥我机在预定的地区截击敌机。



飞行员在空中按照地面指挥所的指挥、引导去飞，同时，根据

通报的敌机方位、距离和高度，运用机上雷达和正确的目视搜索方法，就能准确地发现敌机。

地面指挥所指挥引导我机发现敌机，这只是给歼灭敌机创造了一个有利条件。要取得空战的胜利，必须充分发扬我人民空军飞行员英勇善战、敢打必胜的革命精神，运用灵活机动的战术，才能把敌机歼灭掉。

为什么有的飞机要有空中领航员？

我们走到一个陌生地方，由于对周围的地形、地物不熟悉，常常会分不清方向而迷路。这时候就需要向别人打听一下，应该怎么走，或者请人作向导。

战鹰担负着保卫祖国领空的任务，经常要越过丛山峻岭，跨过江河湖海，穿越层层云雾，飞到很远的地方去作战，要是在空中迷了路，就不能圆满完成任务。所以在空军部队里，地面和空中都有为飞机领路的人，这就是地面领航员和空中领航员。

地面领航员，一般是引导歼击机拦截敌机。由于地面领航员使用的引导雷达，只能看到几百公里以内的目标，而轰炸机、运输机却要飞到千里以外的地方去执行各种任务。所以，在这些飞机上就必须要有空中领航员来领航了。

空中领航员怎样把飞机从一个地方领到另一个地方呢？

我们知道，船在横渡江河的时候，要把船头向上游方向扭转一个角度，才能抵销流水的冲力，到达对岸的渡口。同样，飞机在空中飞行的时候，经常受到风的影响，有时风速竟达到每小时上百公里，如果机头对准预定点飞行，在左、右侧风的影响下，会偏离航线。为了抵销风的影响，必须把机头向上风方向转一个角度，保持准确的飞行方向，才能使飞机沿着预定的航线飞行，这个角度叫偏流角。偏流角是领航员在空中测出来的，它及时地告诉飞行员修正飞机的航向。侧风大，偏流角大；侧风小，偏流角小。修正偏流角以后的航向，叫应飞航向。

领航员使飞机沿着预定的航线飞行还不够，同时必须知道飞机什么时候到达预定点。如果不知道到达预定点的时间，就象我们乘坐火车，不知道自己到站的时间，会提前下车或坐过站一样，飞机也会提前转弯或飞过预定点。怎样知道飞机到达预定点呢？领航员利用飞机上的设备，能求出飞机的地速（就是飞机相对于地面运动的速度），从航空地图上量出各段航线的距离，就能计算出到达预定点的时刻了。领航员不仅要知道飞机什么时候到预定点，为了保证各军兵种协同一致的行动，还必须按照指挥员规定的时间，准时到达预定点上空作战。因此，在航线上，还要根

据早到或晚到的时间，适当增减飞机的速度。

能使飞机沿着航线飞行，并知道到达预定点的时间，并不等于就能完成领航任务。因为世界上没有任何绝对不变的事物。有时，我们虽然测了偏流，修正了飞机的航向，而空中的风向、风速随着地区、时间不断发生变化，结果飞机仍会偏离航线。还有，领航员测量存在的误差，飞行员保持航向、速度存在的误差，以及仪表本身存在的误差，都可能使飞机偏离航线。所以领航员必须随时确定飞机在飞行中的位置，经常测量偏流、地速，及时检查飞机的航迹。知道了飞机的位置，把它标在航图上，就能看出飞机是沿着航线飞行，还是偏离了航线。如果偏离了航线，要根据飞机的位置，量出偏航的距离，计算出飞机修正的角度，改航修正。

由于在不同的气象条件下领航时，使用的领航设备不同，也就有多种领航方法。例如，地标领航、罗盘领航、无线电领航、雷达领航、多普勒领航、惯性领航、天文领航、卫星领航、等压面领航等。

领航，是一门比较复杂的科学技术，在战争中起着重要的作用。轰炸机对预定目标进行投弹轰炸，运输机到预定地点空投伞兵或向各地输送战备物资，都必须有领航员把飞机领到预定地点后，才可能完成任务。所以，领航员不仅要有高度的政治觉悟，对祖国人民的无限忠诚和一不怕苦、二不怕死的革命精神，而且还要熟练地掌握领航技术，一旦

遇到错综复杂的情况，就能克服一切困难，胜利完成党交给的任务，保卫好我们祖国的领空。

为什么歼击机擅长空战？

在一些战斗故事影片中，我们常可看到在那广阔的空间和短促的时间内，情况复杂多变，动作十分剧烈的歼击机空战场面。我歼击机飞行员驾驶着雄鹰，好似矢箭离弦、猛虎下山，英勇果敢插入敌阵，以迅雷不及掩耳之势，上下齐攻，左右夹击，一串串仇恨的炮弹，楔进敌机的要害部位，打得敌机有的空中开花，有的冒着浓烟坠入江河……。

为什么歼击机这样擅长空战呢？让我们来比较一下，就会知道其中的奥妙。

歼击机与轰炸机、运输机、侦察机相比较，它的机体要轻得多、小得多，轰炸机重达几十吨到200多吨，而歼击机只有10吨左右；轰炸机的机体长达50～60米，歼击

机的机体一般是10几米。歼击机的机体虽然轻小，而它的动力装置——喷气式发动机的马力却特别大，有的歼击机的马力竟达28万匹。因此，歼击机的速度很快，它超过声音的速度一倍、二倍甚至三倍以上；歼击机的爬高速度比轰炸机大5倍多，有的升限高度可达30000多米。歼击机有这些优越的技术性能，所以它具有更好的操纵性，能够灵活地在空间做各种复杂的特技动作。歼击机还装有威力强大的射击武器——机关炮、火箭、空对空导弹以及相适应的搜索瞄准设备，能够在各种条件下有效地瞄准射击，击毁各种空中目标。歼击机具有这些战术技术性能，是它擅长空战的物质基础，而且还要充分发挥飞行员高度的战斗积极性和主观能动性，眼明手快机智灵活，在瞬息万变的空战中，发挥其高速机动能力和猛烈攻击能力，夺取空战的优势和主动，才能赢得空战的胜利。

空战时飞行员是怎样瞄准射击的？

步兵用步枪射击固定目标，枪上的准星、标尺上的缺口和目标必须在一直线上，才可能打中。对速度较小的侧行目标，瞄准往往是根据经验，适当提前一段距离，这种瞄准射击，尽管目标状态不同，但瞄准时视线和枪的指向是一致的。

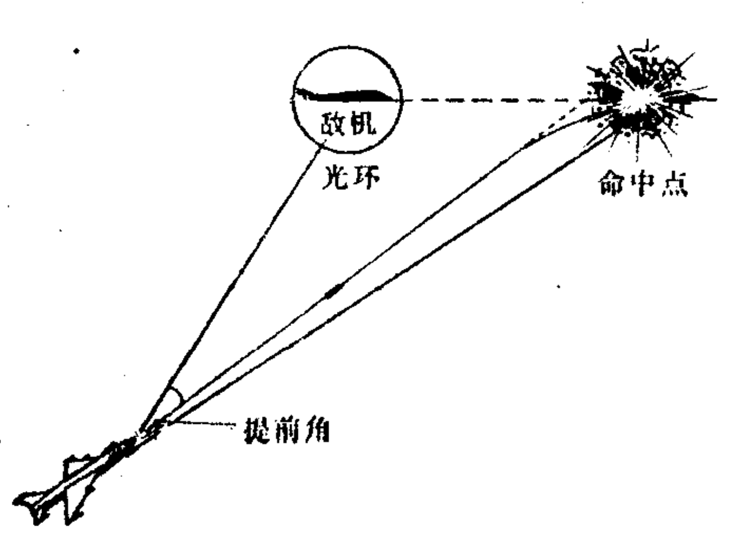
然而，空中射击的情况要比地面复杂。不仅目标在高速运动，而且射手本身也在以很高的速度运动，如果采用和地面相同的方法进行空中瞄准射击，准确性就很差了。

那么，空战时飞行员是怎样瞄准射击的呢？

大多数战斗机，如歼击机、强击机、截击机等，是利用映在飞行员座舱前面反光玻璃上的一个光环来"套"敌机的。光环，实际上就是一个带有中心光点的光圈。这个光圈大小可以变化，环心和光圈可以上下左右移动。光环"套"敌机，就是利用光环来套住敌机出现在反光玻璃上的影像。当光环恰好包住敌机影像时，就算瞄准了，只要在火炮有效射程内，按下射击电钮，炮弹准能向敌机要害部位飞去。

这个小小的光环，为什么有这么大的神通呢？

别看这光环小，它却反映了空中射击时的规律：空中射击，如果直接对着敌机开炮，炮弹准要"开小差"，不会打中敌机。空中射击时，必须有个提前量，同时还要考虑到炮弹在空中飞行时受地球引力等因素的影响，进行修正，才能打得准。这些需要修正的量，可以用一个适当的角度（这个角度称为"综合修正角"）来表



示，这个角度的大小，随着敌机的大小、速度、距离、高度和我机使用的武器种类而变化着，它是由瞄准控制系统(有的称“火力控制系统”)自动构成的。这个角度自动构成后，通过专门的光学系统变成一个光环，显示在飞行员座舱前面的反光玻璃上。光环直径的大小，是由敌机两翼尖之间的长度和敌我两机的距离(又叫“射击距离”)这两个量决定的。在确定了敌机的两翼尖的长度后，光环越大，表示射击距离越近。空战时，光环处在可以向任意方向移动的状态下。飞机作直线飞行，光环处在反光玻璃的正中间；飞机转弯的瞬间，光环具有不动的“特征”，接着随飞机一起运动。当发现敌机后，飞行员就根据光环和敌机在反光玻璃上影像的位置关系，操纵飞机改变飞行状态，使光环逐渐向敌机影像逼近，直到光环完全套住敌机。这时光环通常不在反光玻璃的



中央，而是偏离了一段距离；这就是说光环环心线（即飞行员眼睛和环心的连线）已偏离炮管轴线一个角度，这个角度就是适合当时射击条件的综合修正角。因此在火炮有效射程内，飞行员看到光环紧紧套上敌机时，立即按下开炮电钮，炮弹就会象长了眼睛似的，向敌机射去，打得敌机空中开花，叫它有来无还。

为什么截击机在云中或夜间能攻击敌机？

俗话说："伸手不见五指"，是形容在漆黑的夜间，人的肉眼什么也看不见。敌人往往利用黑夜，对我进行偷袭。我英雄的人民空军，曾多次在夜间歼灭了空中来犯之敌。飞行员在漆黑的夜空是怎样发现敌机，又是怎样攻击敌机的呢？

漆黑的夜空，看不见一颗星星，只有飞机座舱里各种仪表闪烁着淡绿色的荧光，指示着各种设备工作情况。飞行员坚定、沉着，熟练地操纵着战鹰。截击机上装有射击雷达（或叫截击瞄准雷达）。射击雷达与一般雷达不一样，它不但能发现空中目标，测出其目标的位置，而且能在一定范围内，对空中活动目标进行自动跟踪。

当截击机在地面引导下飞近敌机后，机上雷达先是处于搜索状态。如果雷达发射的电波照射到目标，一部分反

射回来被天线接收，这回波信号经接收电路和显示电路的作用和计算后，以亮点的形式在荧光屏（或称雷达显示器）上显示出来。这一亮点称为“目标标志”。飞行员通过荧光屏上所显示的目标标志，随时都能看见目标离我机有多远，在多少方位角度上，在我机的上方还是下方。飞行员就立即操纵飞机，向敌机所在的方向猛追过去。当追到一定范围，飞行员控制雷达进入瞄准状态工作（有的雷达到一定范围可自动转为瞄准状态工作）。

雷达转为瞄准状态工作后，从天线接收到的回波信号中，可以分辨出目标所在的位置，把它变为相应的目标位置信号——误差信号。这一误差信号经雷达跟踪电路作用与变换后，驱使天线对目标进行自动跟踪。直到天线对准目标，误差信号消失，天线停止运动，这时天线所指的方向即为目标所在方向。如果敌机进行机动，天线继续对目标进行跟踪。因此，天线是紧紧跟踪目标不放的。天线每一瞬间所指向的位置，就是目标每一瞬间的位置。

天线在跟踪过程中，在座舱瞄准具光环的前面，形成一个“形象小飞机”——人工影像。人工影像就是敌机。

飞行员用瞄准具光环套人工影像，使人工影像的中心与光环的环心重合，到达一定距离时，就可以开炮射击了。

射击雷达不仅有以上作用，它还能控制空对空导弹，对空中目标进行攻击。

射击雷达在空中攻击目标时，如果受到了干扰，飞行员可利用“红外雷达”，同样能把敌机歼灭掉。

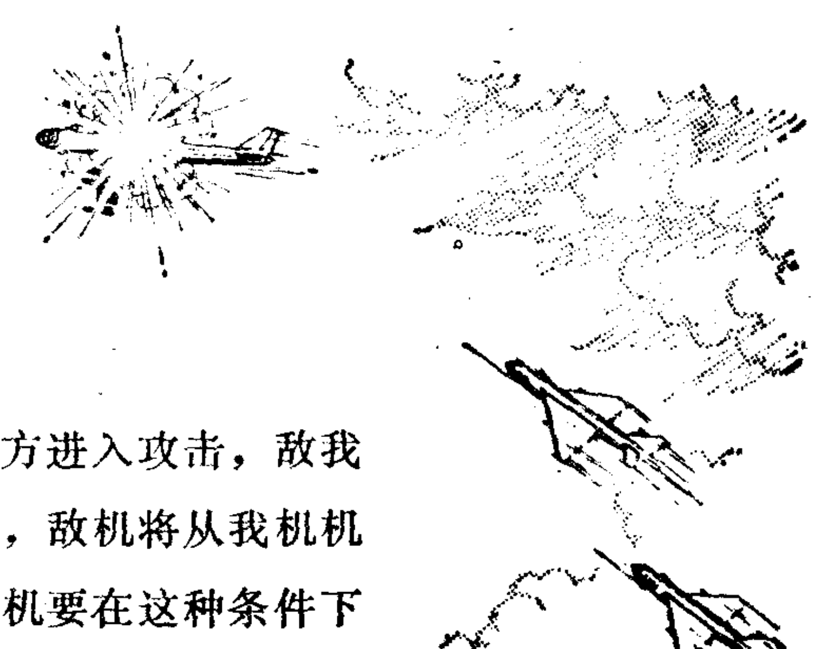
为什么歼击机在空战中一般采用尾后攻击？

从敌机尾后进入攻击，是歼击机在空战中消灭敌机的主要方法。在抗美援朝和保卫祖国领空的战斗中，我人民空军击落了美帝所谓空中王牌驾驶员戴维斯和爱德华。另外，在一次空战中击落、击伤美制蒋机三架，而我无一伤亡。这几次都采用了从敌机尾后进入攻击的方法。

为什么要从尾后进入攻击呢？

我们乘火车时，经常碰到列车相对行驶。当一列火车从你乘坐的车窗旁边飞驰而过时，要看清对面列车里的东西就很困难，而一般列车行驶的速度只不过每小时60～70公里，两列火车相对运动的速度也只有120～140公里。现代歼击机在空战中飞行的速度比这快得多，如双方都是以每小时1000公里的速度相对飞行，那么，相对运动的速度每小时就有2000公里。如果我机在距离15公里时发现敌机，只要27秒钟就相遇而过了。敌我机的速度越大，相对运动的速度也越大。在这种情况下，能不能对敌机进行瞄准射击呢？也可以的，但是瞄准的时间短，射击时机不易掌握，要准确命中目标很困难。而且攻击一次后，再找机会攻

击就很困难。因此，从敌机前方进入攻击容易丢失目标，丧失战机。



如果从敌机正侧方进入攻击，敌我机成丁字形相对运动，敌机将从我机机头前方一掠而过，我机要在这种条件下对敌机实施攻击，必须取相应的提前量，使我机的炮口对准在敌机运动方向前面的适当距离上，这样才能打中敌机。而敌机的速度越大，射击时取的提前量也越大，对敌机攻击时，精确瞄准困难，而攻击的机会只有一次，且容易丧失战机。

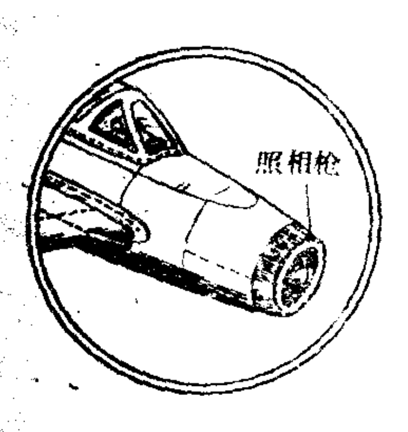
无数战例实践证明，从敌机尾后攻击是比较有利的，可以达到荫蔽接敌，突然攻击的效果。当敌我机运动方向一致，在双方速度相差不大的情况下，相对运动速度小，特别是对尾后无自卫火力的战斗机、强击机、侦察机等飞机进行攻击时，可以在尾后实施追踪攻击。我机处在敌机尾后，占据了位置优势，能及时判明敌机的行动企图，发挥我机的性能，不管敌机采取什么样的摆脱动作，只要充分发挥人的主观能动性，灵活运用战术技术，就能始终保持主动地位，而不易丢失目标。还可以及时发现和利用敌机在动作上的错误，抓住有利攻击时机开炮射击。如果歼击机带有红外线

追踪的空对空导弹时，也只有从尾后进入攻击，才能发挥自动跟踪敌机的作用。

从敌机尾后进行追踪攻击，也有缺点。如敌机速度大于我机，从尾后直线跟踪攻击，容易丢失敌机。对尾后有防御火力的轰炸机攻击时，在其武器有效射程以内长时间跟踪射击，自身可能遭敌炮火的伤害。

在空战中，根据不同的敌机，只要我歼击机灵活机动地占据有利攻击位置，避敌之长，击敌之短，就能有效地对敌人实施攻击，歼灭敌人，保存自己。

空战时为什么能知道击落敌机的真实情况？



新闻记者为了采访各种真实情况，经常带上一部照相机。擅长空战的歼击机也有个照相机，这种照相机的快门受火炮电门控制；向敌机开炮时，它专门给敌机照相，人们给它起了个名字，叫“照相枪”。

歼击机上的照相枪，一般安装在机头上，镜头始终是和武器发射方向一致的，它的开关和火炮电门连在一起，只要飞行员开炮，照相枪就自动连续地给敌机照相，动作十分迅速，一秒钟能拍 30 多张。这样，照片一张接一张地记录了空战的全过程，敌人挨打的情况就连续地映在照片上了。炮

弹停止发射时，照相枪就自动停止工作。

有的照相枪上还有时刻机构，照相后，在照片的一角会出现一个记录时间的“钟”，从照片上可以看到空中打敌机的精确时间是在几点几分几秒。还有的照相枪装有延时机构，在炮弹停止发射后，照相枪还能工作1～4秒钟，把敌机打中后的情况也照下来。

根据照片上敌机的大小、位置，我们可以分析出打击敌机时的射击距离、方向和瞄准时产生了多少误差，从而可以知道炮弹打中敌机的部位，敌机是被击落还是被击伤了等等。有时从照片中还可以直接看出敌机被我机击毁后着火和空中爆炸的真实情况。

平时还可利用照相枪，不用实弹进行射击训练，既安全又节省，对训练场所的限制也小，还能及时了解飞行员瞄准射击的情况，及时总结经验，不断提高空中射击本领。



为什么有的军用飞机要涂上不同的颜色?



在自然界中，大多数动物都有和它自己生活环境相适应的体色——保护色。例如，在竹林里的毒蛇竹叶青是青色的;生活在池旁、草丛里的毒蛇蝮蛇是土灰色的；生活在非洲的斑马是有花纹的……。有些动物还能随着季节的变化，改变自己的体色,如梅花鹿,夏季体色是棕黄的,带有许多小块斑点,冬天是暗棕黄色的,看不出白色斑点。我国北方的一种银鼠，夏季体色有的是棕黄色,有的是灰黄色,可到了千里冰封的冬季,都变成全白色了。动物的这种适应生活环境的体色，有保护本身安全的作用。

这个简单的道理已被广泛地应用在军事上。你看：坦克、火炮、导弹等兵器不都涂上了各种不同的颜色吗？人们给它起了个好听的名字,叫“迷彩伪装”,目的也是为了保护本身的安全,便于荫蔽防敌,还能有效地袭击敌人。

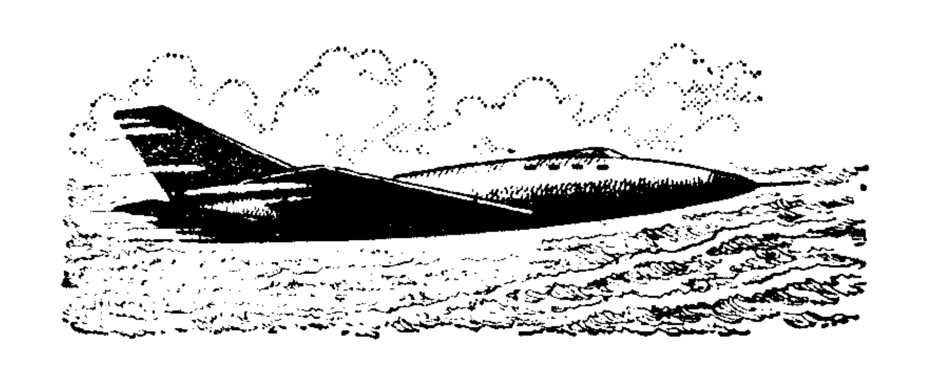


有不少的作战飞机也涂了各种颜色。通常飞机的上面涂上草绿色，飞机的下面涂上天蓝色。这样，敌机在天空看它们时，它们和地面上的青山绿水的色调基本相同，并减少了阳光的反射作用，敌机要发现它们就增加了困难；在地面看它们时，机肚子和蓝天的色调也基本上相当，可增加敌高射兵器发现目标的困难。

投掷原子弹的飞机，通常涂白色。这样，可防止原子弹爆炸时，光辐射烧伤自己的飞机，以保护自己，有效地打击敌人。

用于执行海上任务的军用飞机，根据海色不同而着色。有的着浅蓝色，有的着暗灰色，有的着暗绿色，有的深黑色，这些都是保护色。

歼击机和高空轰炸机，一般是在高空执行作战任务，通常保持飞机的本色——银白色。但也有少数的飞机着绿



色、银灰色和绿黄相间的花色。在抗美援朝战争中，我志愿军空军经常改变飞机的颜色，使敌人摸不到规律，起到了迷惑敌人的作用。

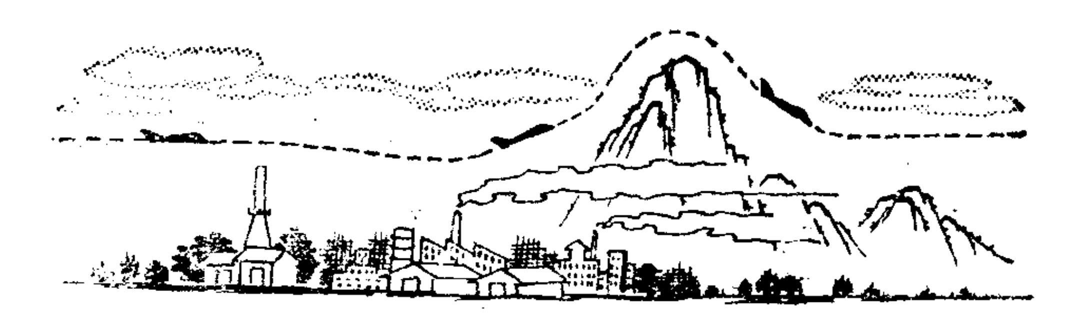
总之，军用飞机要根据任务的不同，而涂上不同的颜色。

现代飞机的速度一般都很快，超音速飞机的表面，如果搞得不很光洁，会增加飞机的阻力，不仅影响飞行的速度，而且会增加耗油量，缩短航程。所以，在高速飞机上着色的工艺要求很高，不能随随便便的往飞机上涂颜色。

为什么飞机低空飞行时能避免撞山？

随着现代防空武器的发展，防空高炮配备了炮瞄雷达和防空导弹，对中、高空飞行的飞机是很大的威胁。为了减小敌防空火力的威胁，利用敌方雷达低空不易发现的弱点，荫蔽突袭敌方目标，支援地面战斗，有时飞机要飞得很低，甚至在重峦迭嶂的山区"钻山沟"哩！飞机速度那样快，飞得那么低，会不会撞山呢？我们说，是可以避免的。

人们对汽车司机操纵方向盘，绕过路上的障碍物（如人和车辆），安全行驶是比较熟悉的。司机要做到这一点也不是容易的事，除了熟练的驾驶技术、正确地判断情况以外，他还要做不少事前准备工作，如熟悉路面和路线等情况，哪



里可以把速度开快一些，哪里速度要放慢一点，做到心中有数，他才能行车自如，遇到情况也能及时处置，保证行车安全。

飞行员进行低空飞行时和汽车司机一样，也必须作好充分的预先准备，才能很好完成飞行任务。特别是山区低空飞行时，飞行员视野受到限制，飞机与地面相对运动速度大，地形变化骤然，判断地标困难。有时因山区气流不稳，飞机颠簸，飞行员容易疲劳。如果顺山间河流飞行，由于河流弯曲，转弯多，也会增加操纵困难。因此，在飞行前，准备工作更应周密、细致。首先在航图上要选择好飞行航线，认真地研究飞行区域的地形特点，把航线附近那些对飞行安全影响较大的天然或人工障碍物的分布、高度和特征熟记在脑子里。如果在陌生的山区低空飞行，一般情况下还要事先派飞机侦察地形，根据侦察的情况，选定适当的飞行航线。飞行中飞行员根据地形的起伏变化，掌握绕过障碍的时机，及时操纵飞机转弯和上升，这样就能避免撞山。

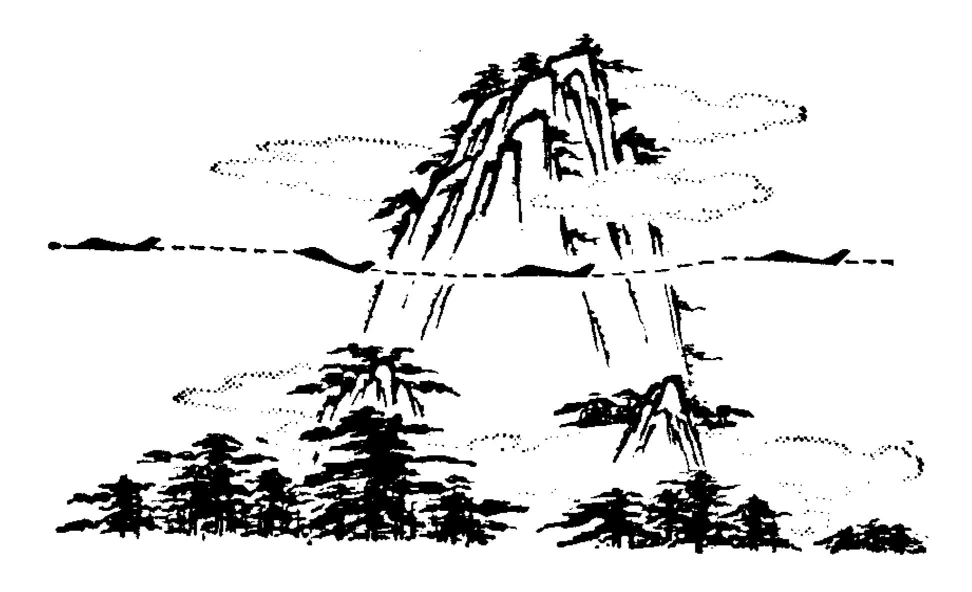
近年来，研制成功了地形跟随雷达和地物回避雷达导航设备，为保证低空安全飞行创造了条件。

地形跟随雷达是与无线电高度表和前视雷达配合使用

的。飞机低空飞行时，雷达天线即向前方探测，电子计算机根据雷达的信号进行计算，并把数据送入自动驾驶仪系统，飞机便可自动控制飞行高度，随着地形的起伏而变化，始终与地面、障碍物保持一定的高度。

地物回避雷达比地形跟随雷达简单，它的作用是为飞行员提供飞机前方一定距离内的地面障碍分布情况。飞行员可根据雷达荧光屏上显示的地势，选择有利的进入方向，操纵飞机绕过那些有相撞危险的山头障碍，安全地在低空飞行。

地形跟随雷达和地物回避雷达导航设备的使用，为飞机低空飞行安全提供了有利因素，但也不是绝对可靠的。如果这些设备发生故障或受到电子干扰，可能失效。因此低空飞行时，要避免和障碍物相撞，只依赖一些导航设备和自动驾驶系统是不行的，首要的是飞行员必须熟练地掌握飞行技术。

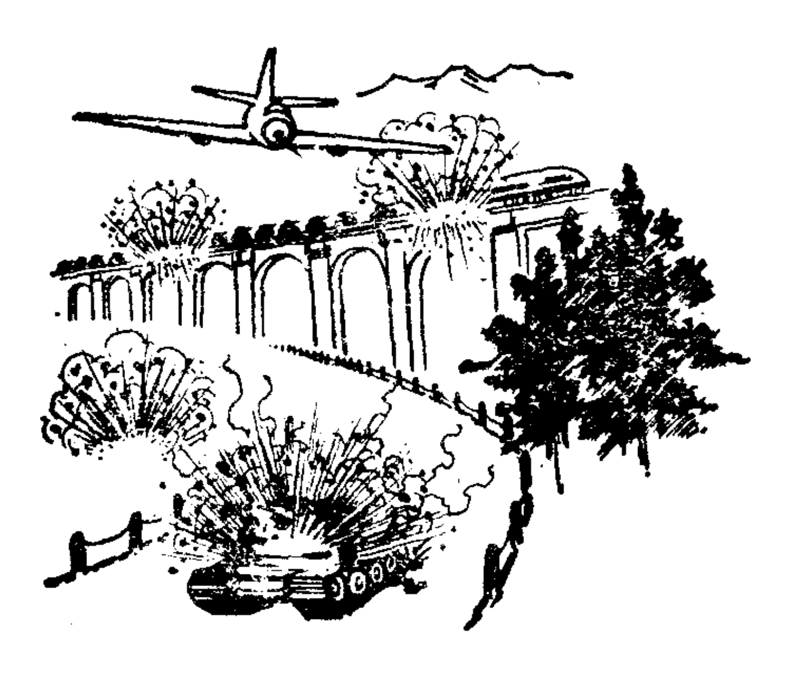


为什么强击机能直接支援地面部队作战?

大家知道,歼击机擅长空战,但它直接攻击敌地面目标比较困难。而强击机在低空飞行,飞机的上升、下降和左、右转弯的性能很好,安定性也较好,所以它能飞到仅几十米高的低空。有的强击机上装了现代化的电子领航设备,有的装上了现代化的电子轰炸、射击瞄准设备,再加上专门设在战场上的目标引导小组,可利用无线电设备引导飞机飞向目标。所以,不管敌人目标伪装得如何巧妙,强击机都有本领正确地区分这些目标,进行比较准确的攻击。

此外,强击机还装有威力强大的攻击地面目标的武器系统,有火炮、火箭、空对地导弹,还有各种口径、各类型别的航空穿甲弹、爆破杀伤弹、燃烧弹、子母弹、反坦克弹等,根据所要打击的目标的性质、坚固程度,可以单发、连发,也可以齐发,从而能有效地摧毁敌人的地面目标。

强击机在支援地面部队进攻战斗中,可对直接威胁地面部队的敌坦克、炮兵及其他目标进行攻击,使地面部队尽快展开和发起进攻,并在战斗过程中直接支援地面部队围歼敌人。同时,强击机可寻找敌人正在运动的机会,对行进在桥梁、渡口、隘路、峡谷、山岔口等地的敌坦克、摩托化步兵和其他目标,进行猛烈攻击,断敌前后联系,阻止敌人抢



占有利地形。当敌人等待增援和待机突围时，强击机可以支援地面部队，阻止敌人构成火力点，集中火力攻击威胁最大的目标，破坏敌人的防御，支援地面部队冲击，迅速围歼敌人。

在支援地面部队防御战斗中，强击机可以发挥航空兵高速机动性能，隐蔽突然地出现在目标上空，对向地面部队接近和展开的敌人进行攻击，削弱其有生力量；当敌人已经展开，强击机可以对向地面部队发起冲击的敌人进行攻击，阻止敌人进攻；或阻止敌人后续部队开进，从而支援地面部队坚守要地。

强击机在敌人目标上空飞来飞去，岂不会被敌人打掉吗？这不用担心。因为强击机通常以高速度从低空飞到目标，进行突然的袭击，出其不意，攻其不备，敌人雷达不易发现，防空兵器往往来不及射击。另外，为了抗击敌人高射火力的攻击，强击机就象坦克一样，在飞机的重要部位，如在飞行员的头、背部、下部、前部和发动机组、油箱等部位，都加装了用钢板和玻璃钢制成的坚固的防护装甲。因此，即使被敌人高射兵器击中，只要不是很要害的部位，一般是不

要紧的。例如，在解放东南沿海某岛屿的那次战斗中，有的飞机负伤 30 多处，但在完成了预定的战斗任务以后，仍能安全地返航。这也是强击机可以直接支援地面部队作战的重要方面。当然，强击机在执行任务时，被敌机或敌地面炮火击毁也是经常有的。

强击机直接支援地面部队作战，也不是那么容易。因为现代化的强击机，大多数一个人操纵。既要操纵飞机、领航，又要寻找目标，正确操纵武器系统攻击目标，还要时刻注意敌人歼击机的偷袭，并注意回避敌高射火力的反击。所以，强击机不仅要求飞机的低空性能好、抗击敌人攻击的生存力要强，有一套比较完整的、操纵简便的攻击敌人地面目标的武器系统；而且更重要的是要求飞行人员有高度的政治觉悟，强壮的身体，机智、勇敢的精神。还要有比较丰富的科学技术知识和熟练的驾驶技术，做到这些确实是很不容易的。

为什么侦察机能把地面目标清晰地拍摄下来？

知彼知己，百战不殆。在古今中外的战争史上，由于情报不准，而使战斗失败的例子是不少的。因此，侦察情报工作应力求准确无误。空中照相侦察，是侦察航空兵获得情报的重要手段，它要获取准确的情报，就必须把空中照片拍

摄得清晰易辨，使人一目了然。

我们平时照相的曝光瞬间，相机和被照物体一般是不能运动的，否则，拍出的照片就会模糊不清。而侦察机在照相的每一瞬间，相机都处在高速的运动状态中。那么，空中照相怎能做到清晰易辨的呢？

照相用的胶卷是一种感光材料，它要把镜头所形成的光学影像记录下来，就需要感受适当的光量。在这段时间里，如果相机发生了运动，投影在胶卷上的光学影像也要相应地移动，胶卷记录了移动的方向和量，结果，拍得的影像沿着相机运动的方向被“拉长”了。这种现象叫做“影像位移”。影像位移能使影像的形状失真、色调变化、清晰度降低。特别是位移量超过一定值时，照片上的影像就要模糊难辨了。

可见，影像位移是相机同被照物体的运动引起的。只要使相机和被照物体在曝光瞬间保持静止，影像就不会发生位移。这对地面照相来说，显然是一件轻而易举的事。但空中照相就不同了。空中相机是身不由己，是随着飞机的运动而运动的，而飞机的运动又是复杂的、高速的。从实践中人们认识到：影像位移的量，与相机运动的速度、曝光时间和照片比例尺等因素有关。当曝光时间、照片比例尺一定时，相机运动速度越快，产生的影像位移量就越大。现代化的喷气式侦察机是以每秒几百米以至上千米的速度飞行的。因此，要拍摄清晰易辨的空中照片，首先就应设法克

服沿飞行方向所产生的影像位移的影响。

为了达到这个目的，最初人们是通过控制飞行速度、缩短曝光时间和减小照片比例尺等方法，把沿飞行方向所产生的影像位移量限制在人眼的分辨本领（0.1毫米）以内来实现的。随着军事斗争的日益发展，要求空中照相侦察能在越来越复杂的条件下进行。

为躲避敌人雷达的监视，侦察机需要低空大速度通过目标照相；为荫蔽突然，出敌不意，空中照相侦察往往要在黄昏、拂晓等光线较暗的时机进行；为了把较小的目标也拍摄下来，照片比例尺不能小于规定的数值等等。在这些条件下，再用控制飞行速度、曝光时间和照片比例尺等办法来解决影像位移的矛盾，显然是困难的了。为了适应军事斗争的需要，出现了专门用于消除沿飞行方向所产生的影像位移的设备——相补偿装置。如有一种叫做“移动镜头式相补偿装置”，它能在曝光瞬间使镜头产生与影像位移速度相等的反向运动，从而使投影在胶卷上的光学影像保持不动，制止了影像位移的发生。相补偿装置有多种，它们共同的特点都是以动制动，动中求静，最终使投影在胶卷上的光学影像保持静止，达到消除影像位移的目的。

此外，侦察机在飞行过程中，还不可避免地存在着震动，并随时可能出现前后俯仰、左右摆动、航向不定等等运动。这些运动也能产生一定量的影像位移。

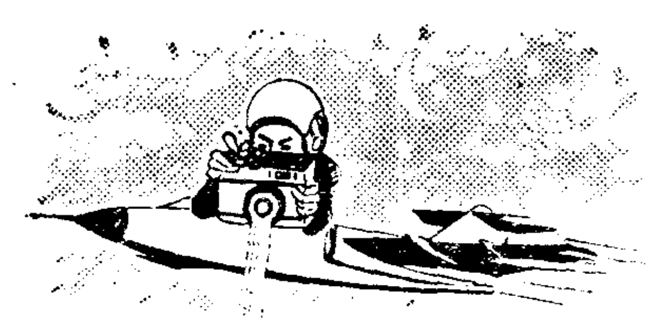
为了进一步提高空中照片的质量，现代化侦察机上还加装了减震器和稳定座架等设备。减震器一般由弹簧或橡皮等材料制成，装在飞机机体和空中相机之间，它可减弱飞机震动对空中相机的影响，使影像位移显著减少。稳定座架是利用陀螺原理制成的一种自动座架，它能消除飞机左右摆动、前后倾斜等运动对空中相机的影响，消除了影像位移的发生。

正因为人们采取了许多措施，克服了各种各样的影像位移的影响，所以侦察机能在剧烈多变的飞行状态中，把地面目标清晰地拍摄出来。

为什么侦察机在夜间也能侦察照相？

我们常见的照相机在夜间照相，都要有灯光照明。在军事上进行夜间侦察，如果用通常的照相机，就必须投照明弹，这就很容易暴露自己。那么，在伸手不见五指的黑夜，不用任何照明设备能不能照相呢？能。现在侦察机上用的一种摄影仪器——机载红外线行扫描器（也叫红外线扫描照相机）。就能在夜间无照明的条件下照相。

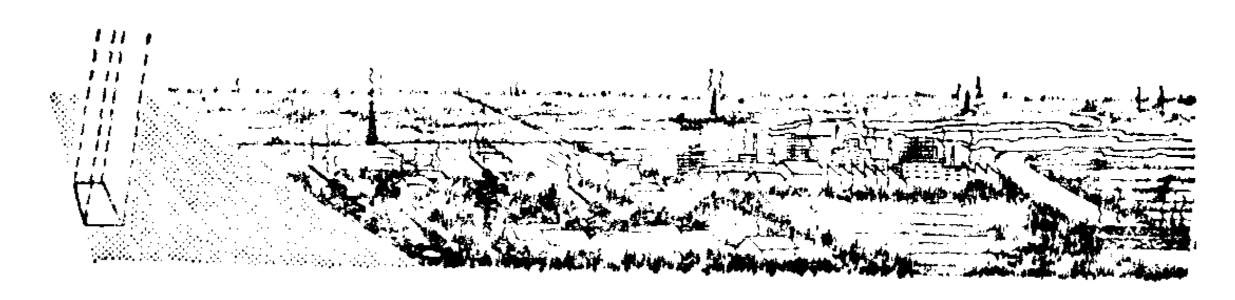
红外线是人们用肉眼看不见的一种电磁波，它的波长范围一般是从0.76微米到1毫米，介于可见光（波长范围从0.4微米到0.76微米）和无线电波（波长长于1毫米）之间。



从电磁波谱上看，正位于人们肉眼可见的红色光线的外面，因此叫做红外线。

自然界中，电磁辐射现象是与物体内部原子、分子(或离子)运动状态的变化直接相联系的，原子光谱在紫外和可见光波段，而分子光谱则在红外波段。任何一种物体，它的温度只要高于绝对零度(绝对零度是摄氏零下273度)就处于运动状态，就能辐射出红外线。物体的辐射能量和波长分布与物体本身的绝对温度的四次方成正比，还与物体本身的物理特性和表面状况有关，如：在相同温度下，表面粗糙的黑色物体吸收辐射能的本领强，而它向外辐射的本领也强，表面光滑的白色物体刚好相反。地球上处于自然状态的物体温度都高于绝对零度，各种物体的特性千差万别。因此可以说，地球上任何物体每时每刻都在辐射不同波长的红外线。

白天，人们能看见东西，是由于物体对太阳光的反射或者物体本身能够辐射可见光。太阳下山，夜幕降临，人们肉眼能看见的可见光很微弱了，就感到面前漆黑一片。然而，面前的物体还是存在着，只不过物体本身辐射的红外线人



们肉眼看不见罢了。人们经过反复实践，渐渐地克服了感官的局限性，研究出能够探测红外线的器件，叫做红外线探测器。它的功能是把投射到探测器上的红外辐射，变成其他形式的能量，多数情况下把它转变为电能。红外线探测器是红外线行扫描器的核心元件，相当于人们眼睛的视网膜，没有它就成了"瞎眼"。

红外线行扫描器跟普通的照相机的照相方法是完全不同的。它对地面照相时，就象人们扫地一样，顺着一个方向一行一行地扫。飞机一边向前飞，它一面不断地向前扫。这样，目标的红外辐射，通过光索系统聚焦于红外线探测器上，由探测器输出电信号，再由电光转换器变成可见光，最后在感光胶片上形成红外辐射图像。

侦察机装备了红外线行扫描器，不仅白天能照相，夜间不要任何照明也能照相，因此比较荫蔽，飞机又飞得高，摄影面积就大。它还可以反映出目标的状态，能够揭露伪装。例如，开动或停放的飞机、坦克、汽车或舰艇，由于有显著的温差，即使用伪装网或树枝伪装着，人们凭眼睛看不出来，但是在红外辐射图像上都能明显地区别出来。

事物都是一分为二的。用红外线行扫描器拍摄的相片，没有普通相片那么清晰，它所反映的是不同物体的红外辐射差异，判读红外辐射图像，需要经过专门的训练，因此，它还不能取代一般的照相机，只不过是一种特殊的手段。

为什么雷达会受干扰？

雷达虽被称为科学的“千里眼”，但它如同人眼一样，受到强光刺激后，也会暂时看不到东西。“千里眼”有时也会失灵哩。

第二次世界大战中，英美在法国诺曼底地区进行了一次战略性登陆。事先，英美军对德方雷达进行了轰炸，直接破坏“千里眼”。在登陆前的几小时，英美军以电子战方式，在另一地区搞了一个假登陆点。它们以 18 艘船舰，装上大量能够强烈反射电波的金属角形装置——角反射体，拖着无数镀铝层的气球，向德方进逼；又出动了近百架飞机，在那里投掷了大量金属片。当时，德方雷达显示器上，就象是一支庞大的舰队，在大群飞机的护航下，向假登陆点冲来。电子作动的结果，再加上其他一些原因，使德统帅部误判了英美军的登陆地点，错误地调动了部队，放松了真登陆点——诺曼底地区的防御。在此同时，英军对德海岸雷达又实施了强烈干扰，以致德方对这次几千艘舰艇，几十万人的大规模登陆行动，毫无察觉，造成了德方在诺曼底地区遭到了完全出乎意料之外的袭击。这次英美登陆获胜，电子干扰起了重大作用。

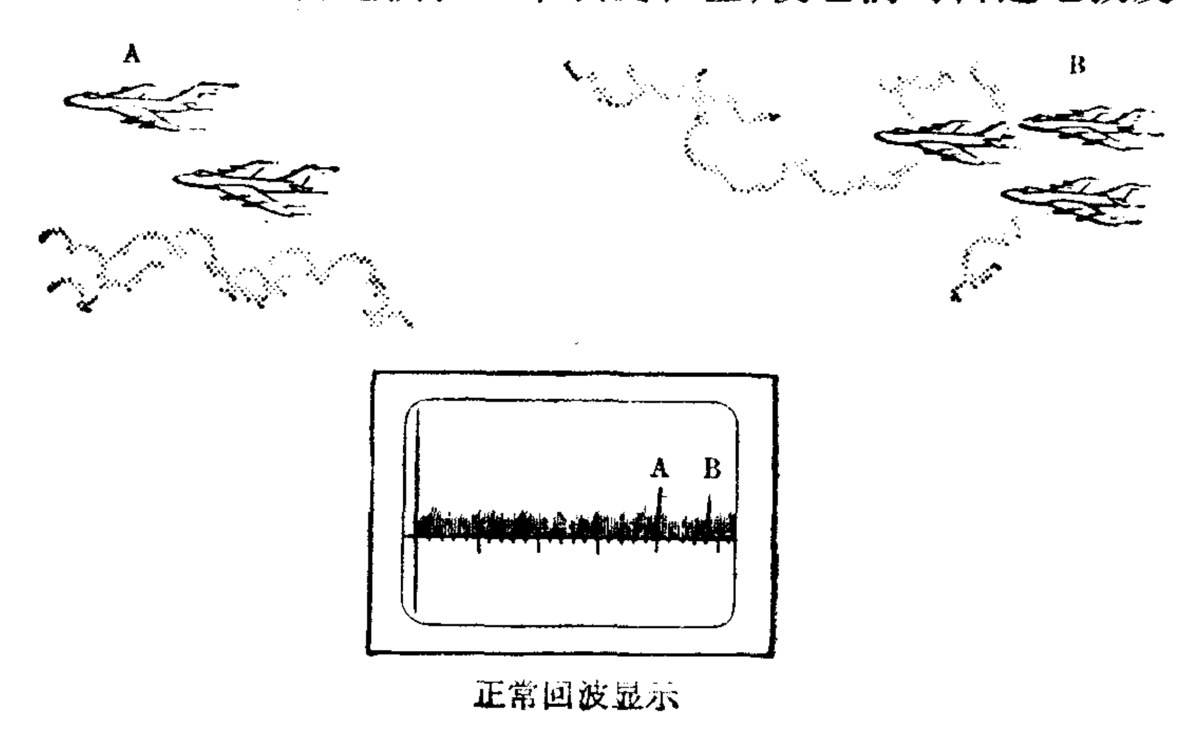
电子战在雷达上的战例还很多，从这里可以看出千里

眼在严重干扰条件下，也会失灵的。

干扰通常分无源干扰和有源干扰两大类。无源干扰是指干扰物质本身不发射能量，而是靠强烈反射（或是吸收）对方雷达发射的电波来干扰对方，因此又叫“消极干扰”。如诺曼底登陆中英美军船上装的角反射体，拖的镀铝层气球和空中撒的铝箔片、干扰丝等，都是无源干扰。

为什么无源干扰能够干扰雷达？

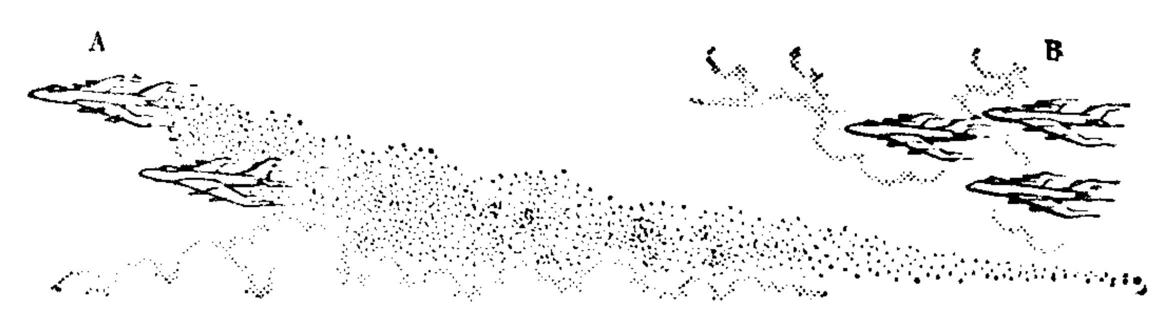
我们都有这样的生活经验，镜子和玻璃能够强烈反射日光。同样，金属也能较强烈地反射无线电波（常用的雷达电波，是无线电波中频率较高的那一部分）。雷达能够在远距离发现飞机、导弹等目标，正是利用了这一特点。当人们把一些体积小、重量轻而反射电波能力强的铝箔片、干扰丝的长度，做成雷达波长一半或更长些，使它们与雷达电波发



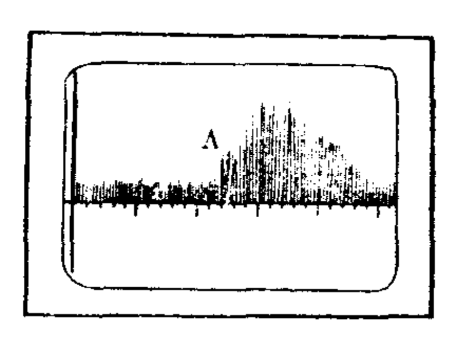
正常回波显示

生谐振，则反射的回波将更强。当雷达收到的干扰回波又多又强烈，使真目标回波被它淹没时，掩护自己空中兵器的目的就达到了，这是一种主要的无源干扰。

无源干扰还有两种。一种叫诱惑干扰，它是滑翔机、无人驾驶机或诱饵导弹等，在关键时候施放出去欺骗对方。它也靠反射雷达电波形成一个较强的干扰回波，与真目标回波极相似，造成对方雷达抓住了假目标而忽视了真目标，以假乱真，结果就放走了真目标。还有一种叫吸收式干扰，它象电影院墙壁用的吸音材料减少回声作用一样，在飞机上涂上一层吸收电波的材料，大量吸收雷达电波，使得反射回去的电波大为减少，飞机穿上了这种"隐身衣"，使得"千里眼"变成了"近视眼"。



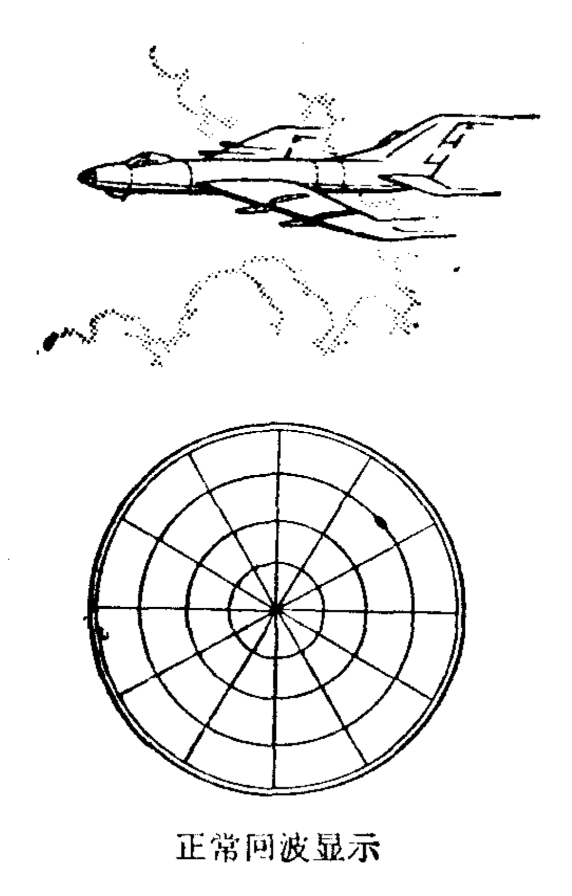
投放干扰丝形成干扰带



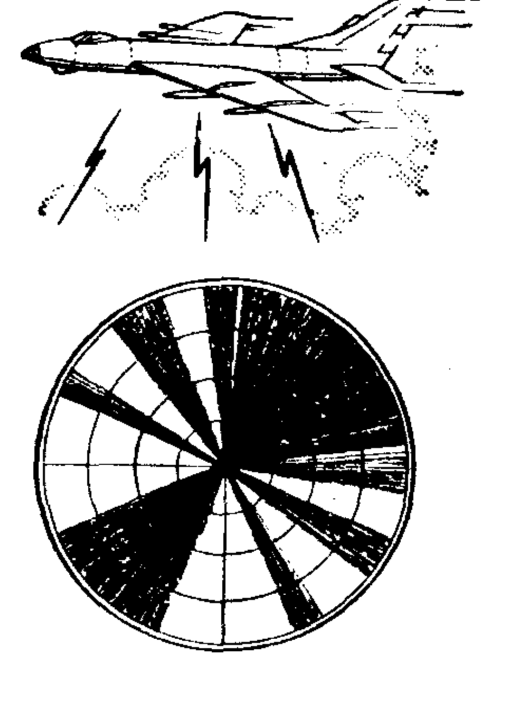
真实目标被淹没在消极干扰中

另一大类干扰是有源干扰。有源干扰是用干扰机发射出与对方雷达频率相同的电波干扰对方，所以又叫做“积极干扰”。它对我们并不陌生，收音机中出现的“沙沙”、“嗡嗡”的杂音，就是有源杂波干扰对收音机造成的影响；严重时，甚至广播声音完全听不见了。

有源干扰的种类很多，目前多用压制干扰，其中主要是杂波压制干扰。有杂波压制干扰时，在雷达距离显示器上，会出现一片象茅草一样的杂波，真实目标被淹没在茅草中，干扰就压掉了回波信号。当干扰达到一定强度后，雷达接收机“阻塞”了，距离显示器上只剩下一根距离基线亮带。杂波压制干扰在雷达“方位——距离”显示器上，是干扰机方



正常回波显示



目标被积极干扰所淹没

位出现一个白色的辉亮扇面，真实目标淹没在其中。当干扰达到一定强度时，接收机阻塞，变成了暗色扇面。

压制干扰效果虽好，但要压掉对方雷达的真目标回波，需要足够的干扰功率。这就对机载干扰设备的重量、体积、电源等产生了很高的要求，干扰机要加大功率，也就有种种限制。另外，干扰机发射的干扰功率越大，就可能越早地暴露了自己，并且同时也干扰了自己相同频率的雷达和通信设备、电子侦察设备等，给自己也带来很大的不便。为了解决这些问题，改用无人驾驶飞机携带干扰机深入敌方进行干扰；或以投掷式干扰机，用火箭、迫击炮、高炮、气球或飞机等，把它投放到需要干扰的对方雷达附近实施干扰。这样距对方雷达近了，干扰机的功率就可以大大降低，而干扰的效果也很好，同时，还可以不暴露自己，并且减轻了对自己的干扰。

有源干扰还有欺骗式干扰，就是发出一个假信号去，使对方雷达把距离、方位等搞错，产生错误跟踪，这主要是干扰炮瞄、制导雷达；反控干扰是使对方导弹提前爆炸等。

为什么雷达能够抗干扰？

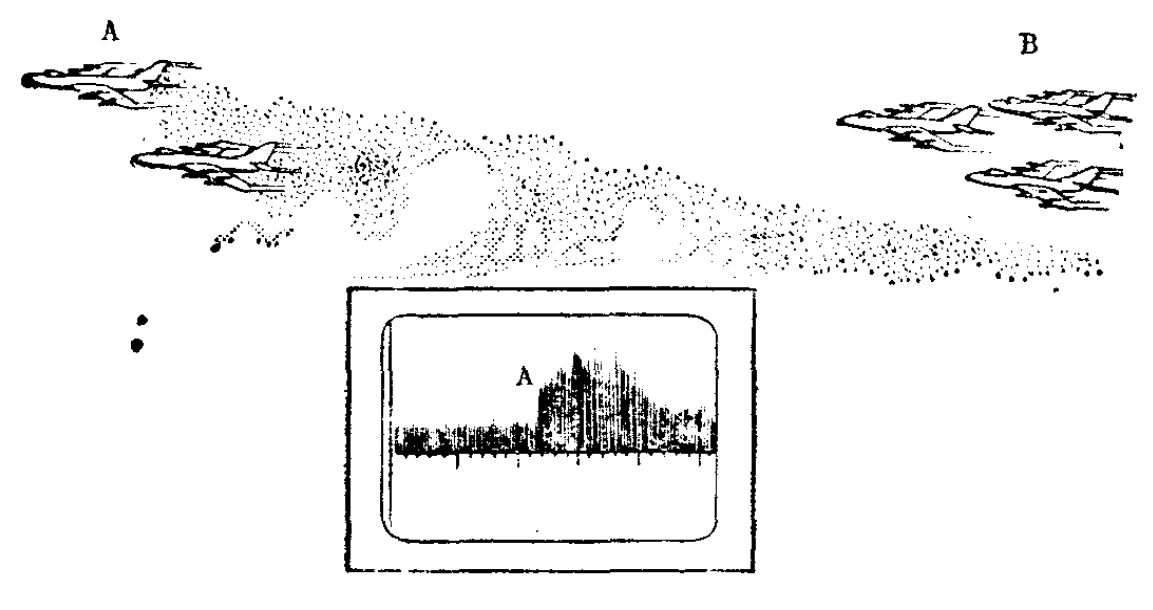
自古以来，武器的发展，从矛到盾，从坦克到反坦克炮、火箭筒，从作战飞机到高射武器，都是成对地相继发展起来

的。同样，有了雷达，很快就出现了干扰，接着又出现了抗干扰技术，形成了电子对抗。

雷达是怎样反干扰的呢？

雷达只要能够抓住目标回波与干扰回波各自的特殊点，并把它们区别开来，就可以反掉干扰，或是在干扰中抓住目标。

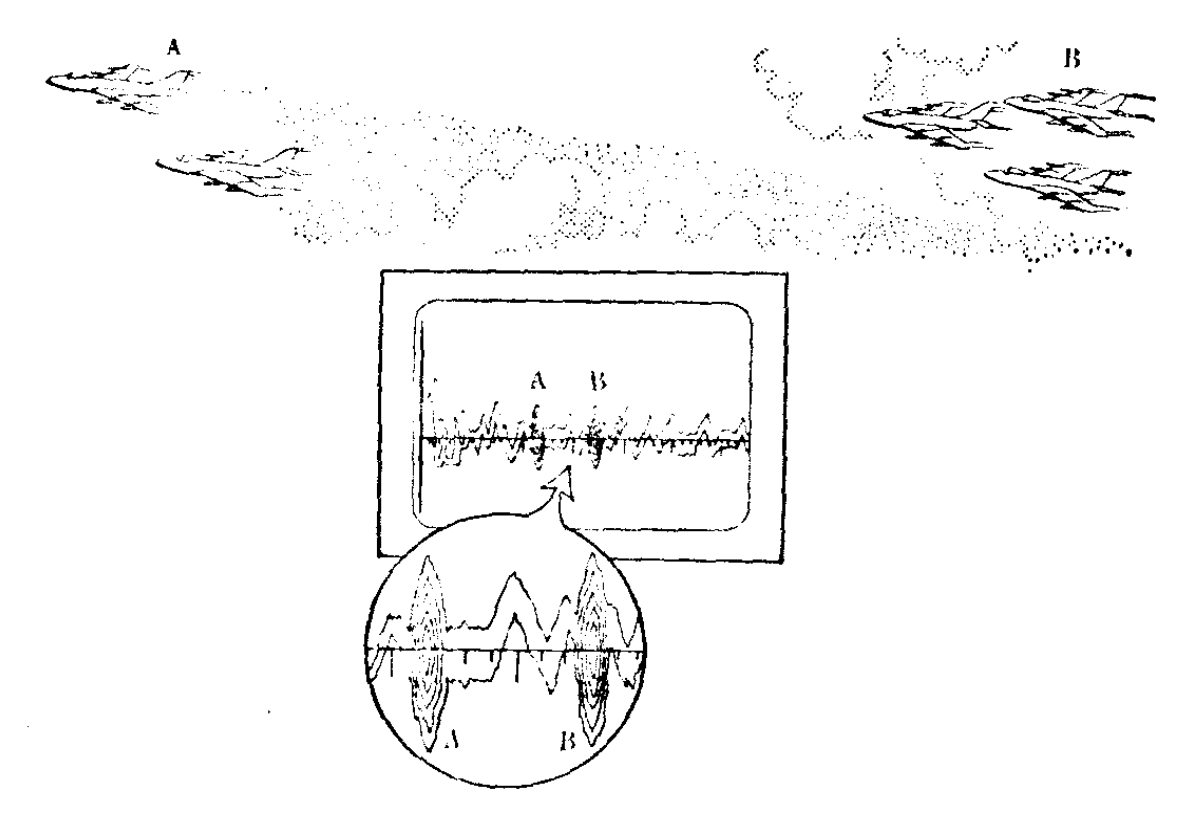
例如，干扰丝与飞机在雷达显示器上的回波，粗看是一样的。但仔细观察后就可以发现，两种回波移动的速度大不相同。因为干扰丝本身没有动力，被撒下来后，是随风飘的，风大干扰丝跑得快，风小就动得慢，而且动的方向与风吹的方向也是一致的。这样，即使刮12级台风，干扰丝移动的速度也比最慢的飞机还小得多。再加上飞机不一定都顺风飞，这样两者的基本区别就显出来了。但是，大量施放



B群目标被消极干扰所淹没

干扰丝，真目标的回波被淹没，显示器上还是分不出来。那么，在雷达上又怎样才能利用这个特殊点呢？

我们从下面有趣的现象中，可以得到启发。如果我们留心的话，就可以发现，即使同一辆汽车，当它向我们开过来的时候按的喇叭声，比停着不动时按的喇叭声音高。如果向我们开来的速度越快，喇叭的声调也变得越高，也就是说，速度越快，喇叭声音的频率就变得越高，这就是多普勒效应。同样道理，干扰丝与飞机对同一雷达的相对速度不同，因而，雷达接收两者反射的电波在频率上也会产生差异。根据这个现象，在雷达上加一个能识别多普勒效应的



反消极干扰后，目标显示出来

接收机和动目标显示设备，利用频率上的差别，就可以把固定目标与活动目标、风速活动目标与高速活动目标很清楚地区别开来了。

对付有源干扰也同样可以找出它们的差异，或制造出它们的差异来进行区别。如干扰机所发射的干扰杂波，与雷达的工作频率相同，这样，干扰电波与目标回波就同时收了进来，干扰了雷达。如果改变雷达的工作频率，超出干扰机的干扰频带之外，干扰就反掉了。但这要求雷达能在一个较宽的频率范围内都可以工作，才能跳出干扰机发射的干扰杂波频带宽度，制造出它们之间的差别来。

斗争是复杂的，就这样一般还不能摆脱掉干扰。因为对方电子侦察设备很快就可以知道雷达已经调频，因而，可以立即将干扰机的频率跟过来，继续实施干扰。

为了对付这种可以频率自动跟踪的杂波干扰，雷达采用了脉间跳频技术。这就是说，雷达每发射一次脉冲，工作频率就变一次。这样敌变我变，但我先敌而变，即使对方干扰机跟过来，也只能对准我们已经发射出去了的上一次脉冲的频率进行干扰，而我们又工作在新的频率上了，对方总是跟在我们后面转，而干扰不了我们。如果对方干扰频带很宽，实行宽带阻塞干扰，雷达跳不出它的干扰范围，那么还是摆脱不掉干扰。从理论上来说，任何雷达都是可以干扰的；同时任何干扰都是能反掉的，但是真正实践起来，技

术上都存在不少困难。干扰与反干扰这一矛盾的两个方面又统一，又斗争，推动电子对抗技术的发展。

从技术上对付杂波干扰的方法还很多，这里不一一介绍了。

抗杂波干扰，还可以从操作训练上、战术使用上、雷达部署上等多方面采取针对性的有效措施。

雷达反干扰，还要防患于未然，做到预有准备。为了造成对方的错觉和不意，要把对方的眼睛和耳朵尽可能地封住，使他们变成瞎子和聋子。因此，我们反干扰，还应采取各种反电子侦察措施。如非必要时，不轻易开机；保持一些雷达的荫蔽频率不暴露；以一些不用的、假的雷达在次要方向开机迷惑对方，以假掩真等等。这些迷惑、扰乱、荫蔽和伪装的措施，是反敌电子侦察的有效办法。这样，敌方对我们雷达情况就缺乏可靠的真实材料，就不能针对我雷达的弱点进行干扰，因而就不可能取得很好的干扰效果。

多年来，苏美两霸不遗余力地从事电子对抗的研究，夸大和宣扬电子战在现代战争中的作用，迷信电子对抗技术。电子对抗虽是现代战争中的一个重要组成部分，我们应当认真对待，然而战争胜负的决定的因素是人而不是物。我们要批判唯武器论和电子对抗神秘论，充分发挥人的主观能动性，在无产阶级政治统帅下，钻研和掌握电子对抗技术，加强战备，在未来的反侵略战争中，打败一切来犯之敌。

为什么有的轰炸机执行任务时要歼击机护航？

护航，就是歼击机部队为保障其他航空兵部队执行任务时，而进行的护送飞行。

轰炸机为什么一般不能单独有效地抗击敌战斗机，执行轰炸任务呢？

这主要是因为轰炸机的机动性能比歼击机差。机体笨重，有的重型轰炸机载弹量达30多吨，载油量达120多吨，再加上自重，共达200多吨。机体和翼展长达40～50米，它在空中远不如歼击机机动灵活。

轰炸机上飞行员和领航员的座舱位置，一般都设在飞机的前面，不易观察到后面的敌情。而敌机又多从它的尾部攻击。飞行员只能靠护尾器（能在敌机进入攻击区时，发出信号告诉飞行员的仪器）或射击员的报告作机动飞行，所以比较被动。



另外，轰炸机因执行任务的需要，有时要作大机群编队飞行，飞机间隔距离较近，密度较大，也给机动飞行带来不少困难。

还有，因轰炸机的机动性能较差，一般采用水平轰炸方法投弹。为了使炸弹能准确命中目标，领航员在瞄准时，还要限制飞机不作机动飞行，这也给敌机造成攻击的机会。

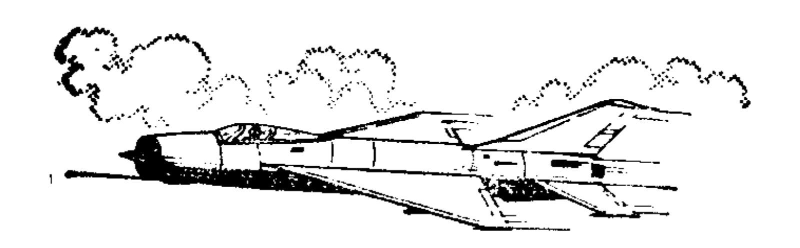
由于以上种种原因，轰炸机光依靠自身的防卫武器来保卫自己是比较困难的。轰炸机在执行任务时，一般都要有歼击机在它的翼侧或后方，保持一定的间隔距离和高度差，编成需要的战斗队形，护送飞行。

目前，也有一些战略轰炸机的速度，与歼击机一样超过音速的两倍以上，自卫能力较强，也可以不护航。

执行轰炸任务的轰炸机和护航的歼击机，虽然担负的任务不同，但都是为了一个目的。在战斗中，我歼击机飞行员为了掩护轰炸机胜利完成轰炸任务，常常不惜牺牲自己的生命换取轰炸机战友的安全。这种崇高的革命精神，敌人是理解不了的，更是无法做到的。

为什么轰炸机比歼击机上的飞行人员多？

汽车的种类很多，用途也不同，而驾驶员一般都是一个。飞机就不一样了，在不同种类的飞机上，飞行人员的人



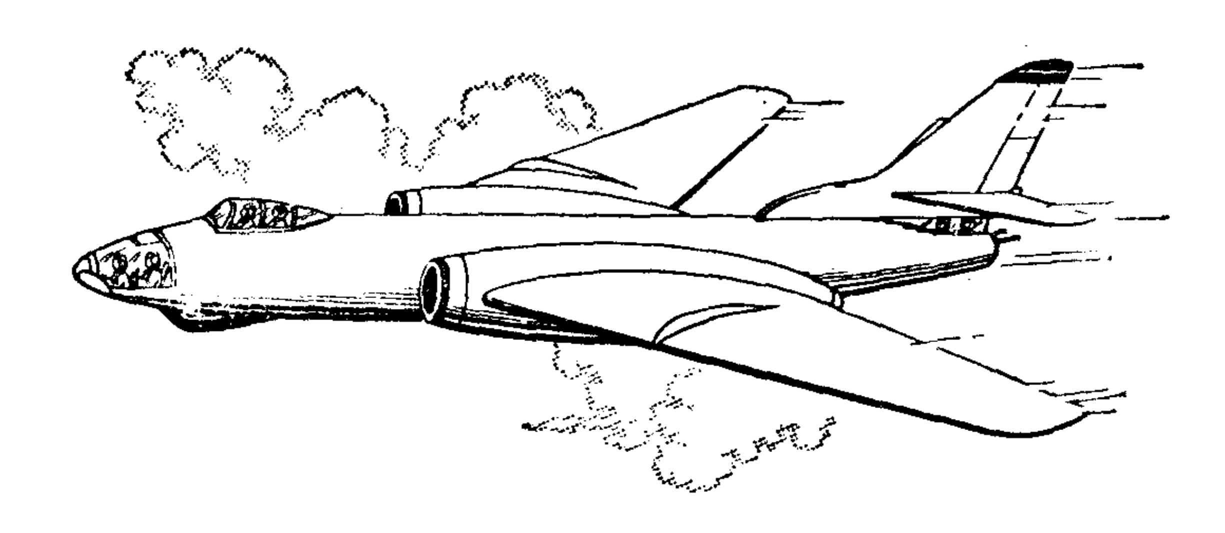
数一般是不相等的。就拿歼击机和轰炸机来说吧，歼击机上只有一个飞行员，而轰炸机上有飞行员、领航员、轰炸员、通信射击员等多种飞行人员，少则2～3人，多则达15～16人。

轰炸机和歼击机上的飞行人员为什么相差这么多呢？看一看它们各自执行的战斗任务，就会明白其中的道理了。

歼击机，主要是对付空中目标的。在激烈的空战中，飞行员不仅要驾驶飞机上下翻飞，左右机动，和敌机巧妙地周旋，而且还要向敌机射击，与地面指挥员和空中战友进行联络。这样一个人忙得过来吗？忙得过来。当飞行员驾驶飞机咬住敌机，把它套进瞄准具光环时，一按射击电钮，炮弹就会飞向敌机，把它击落。飞行员对外联络，就更方便了，飞行员戴的飞行帽上，有耳机和送话器，通过导线与飞机上的短波电台相连，随时可以与地面和友机通话。而且空战以前，离敌机较远时，又都是由地面领航员引导它接近和发现敌机的，所以歼击机上一个人就可以了。

轰炸机是专门对付敌人地面上的军事目标的。要完成这个任务，首先也要飞行员驾驶操纵飞机起飞、上升、平飞、下滑、着陆以及在空中做各种机动飞行。

但是，轰炸机飞的距离远，地面引导困难，所以还必须有空中领航员在飞机上领航，使飞机准时飞到目标上空。因



为需要不同，有些轰炸机上由两人领航，分第一领航员，第二领航员。

在接近目标时，还要由轰炸员先求出精确的轰炸数据，然后利用瞄准具进行瞄准投弹。轰炸阶段是轰炸机在航线上最紧张、最重要的时刻，不仅需要轰炸员倾注全部的精力投弹，还要和机组其他成员密切配合，抗击敌防空兵器的各种抗击和干扰。炸弹在爆炸时，轰炸员还要用飞机上的照相机拍摄轰炸结果，以了解摧毁敌军事目标的情况。

领航与轰炸这两项工作，在有的轰炸机上，可由一人来担任，这就称为“领航轰炸员”。

通信射击员的工作，是在轰炸机远离机场作战时，用飞机上的长途通信电台收发报与地面指挥所联络，并操纵飞机上的机枪和炮，抗击敌歼击机的攻击，保证飞机的安全。

根据战斗的需要和飞机设备不同，在有的飞机上还设一些不同设备的操纵人员，用以完成特殊的某项工作。例如：电子对抗员专门干扰敌方雷达，不让对方发现自己，以

便达到荫蔽突然的目的。

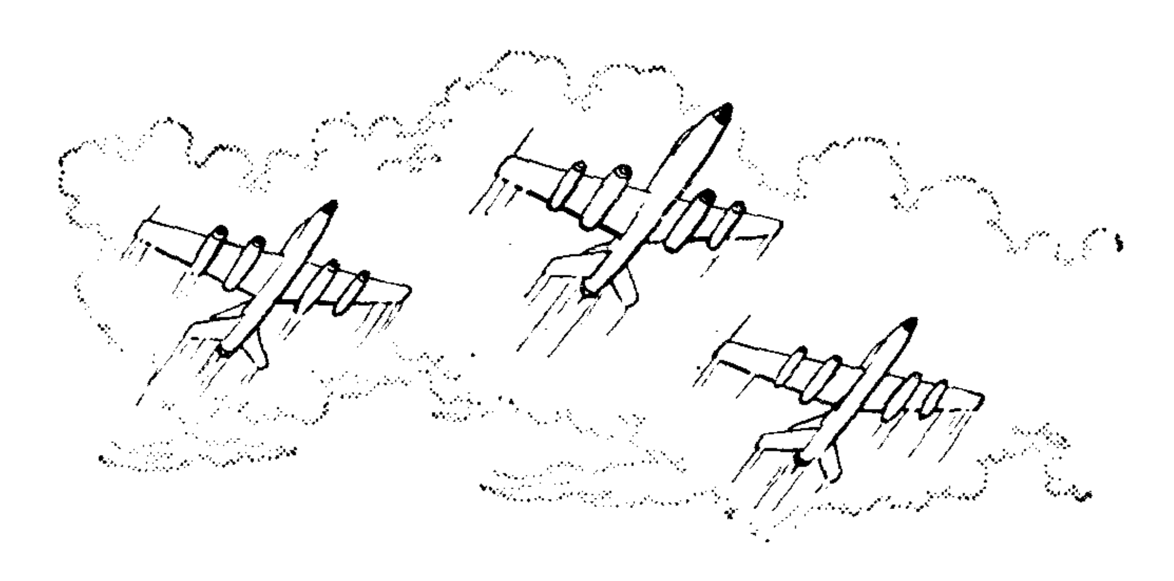
从以上的情况看，轰炸机和歼击机上的飞行人员的多少，是根据它们所担负的战斗任务来确定的。

为什么轰炸机执行任务时，一般采用"品"字队形？

轰炸机在编队飞行时，一般呈"品"字形，这种队形，在军事上叫"三机楔队"。前面的一架飞机叫"长机"；它后面左、右两侧的飞机，分别叫"左僚机"和"右僚机"。轰炸机在编队执行战斗任务的时候，长机是领队的，它负责领航和瞄准投弹，并随时根据空中的情况指挥僚机的战斗行动。这种"品"字队形，是轰炸机中队的基本战斗队形。

步兵战士在战场上选择射击位置时，不仅要注意荫蔽和发扬火力，而且还要便于观察敌情，才能更有效地消灭敌人。

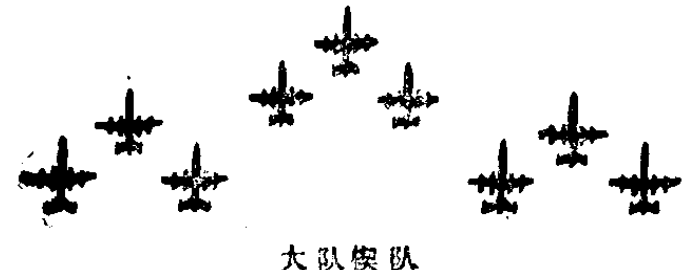
轰炸机在执行战斗任务时，机上飞行人员要经常地辨认地面上的城市、村庄、河流、铁路等各种地标，进行领航；要搜索所要摧毁的敌目标，并进行准确的投弹；还要加强空中警戒，及时发现敌机，组织火力抗击或作机动飞行等。因此，要求轰炸机的战斗队形也要便于对外观察。而采用"品"字队形，长机在前，左右僚机分居两侧，这样，三架飞机上飞行人员都能分别看到前面或后面，视野开阔，互不影响观



察，这对搜索天空和地面的各种目标都是很有利的。

轰炸机在航线上，还经常受到敌机的攻击。虽然它的尾炮和机枪可以上下左右转动，但是转动的角度有一定的限制，有射击死角。如果编成梯队或纵队，队形就拉得长，后面的飞机在遭到攻击时，不便于互相进行火力支援。而“品”字队形的三架飞机收缩在一起，射击员操纵尾炮时，能组成比较宽阔的扇形射击面，可以缩小射击死角。如一架敌机攻击时，三架轰炸机同时开火抗击，可提高杀伤敌机的命中率。如多架敌机来攻击，三架轰炸机也便于合理分配火力，把主要火力用来对付威胁最大的敌机，部分火力对付其他敌机。

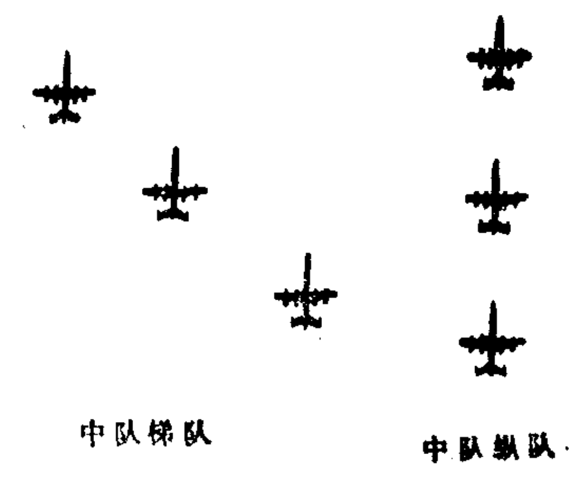
轰炸机编成“品”字队形，还便于长机在空中指挥僚机的战斗行动，和带领编队作机动飞行。假如采用梯队，僚机都在一侧，形成一个斜面，那么，向僚机这一侧机动时，就不易保持好队形，而“品”字队形，无论向什么方向机动都比较方便。这样，一方面可以增强抗击敌机和敌地面炮火的机动



能力；另一方面，投下的炸弹比较集中，能相对达到集中火力，取得良好的轰炸效果。

所以轰炸机中队作战时，经常采用“品”字队形。甚至大队或团也以这种队形作基础，根据作战任务的需要，组成各种队形去执行战斗任务。

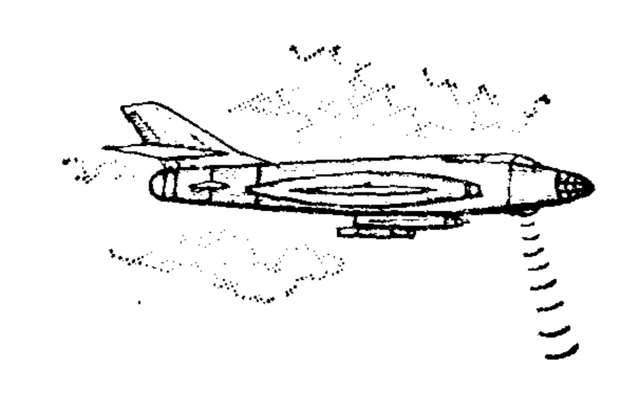
当然，地面上的目标多种多样，不仅目标的性质和内部结构不同，而且形状、大小也不同，有的呈线状，有的呈面状。因此轰炸机的战斗队形不能千篇一律。在轰炸面状目标时，通常采用“品”字队形；在轰炸线状目标，如铁路、桥梁或在狭窄的航道上布设水雷时，“品”字队形就不合适了，这时采用梯队或纵队就能取得良好的轰炸效果。所以轰炸机执行任务时，采用的队形是根据任务的要求和目标的具体情况而确定的。



为什么轰炸机在看不清地面目标时，也能实施轰炸？

步兵在夜间看不到敌人，可以利用红外线进行瞄准射击。潜艇在水中看不见敌舰，可利用声纳发现目标进行攻

击。轰炸机在看不清地面情况下，又是怎样对目标实施轰炸呢？

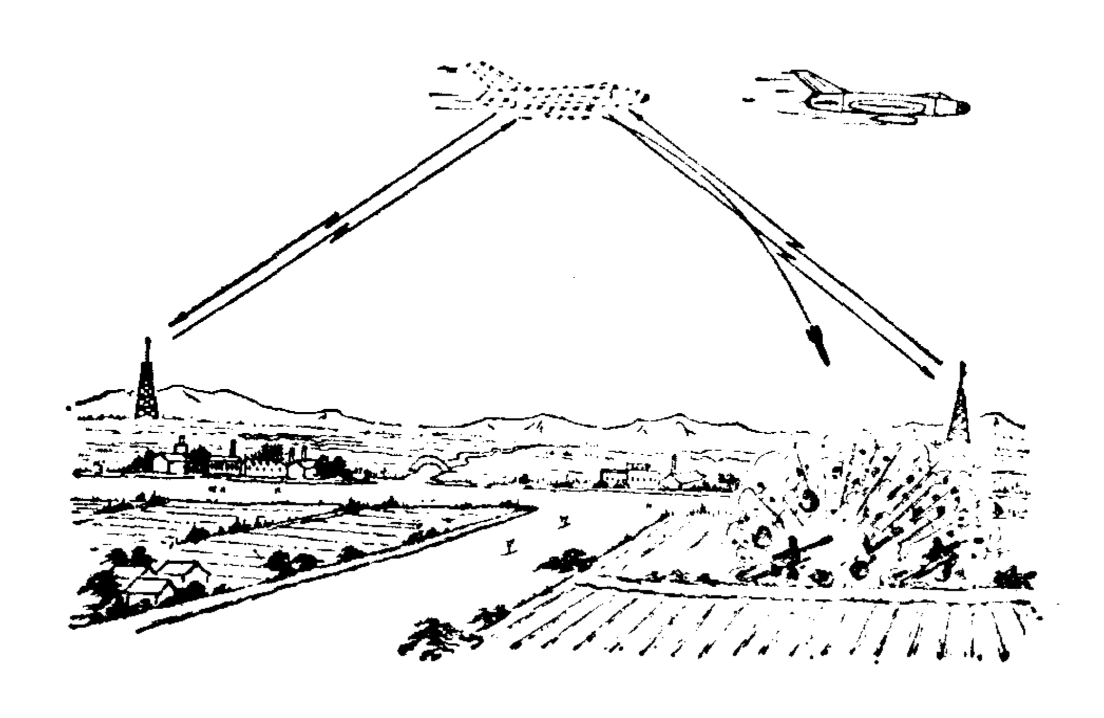


最初轰炸机只是在白天能见到目标的情况下，凭目测或光学瞄准设备进行投弹；在夜间，要依靠目标灯光，或空中投下照明弹把地面目标照亮后，才能实施轰炸；有的飞机上还装有标示弹或燃烧弹，靠火光标示或照亮目标进行轰炸。

自从雷达出现后，人们开始考虑，既然地面雷达能发现天上的飞机，能不能把雷达安装到飞机上来搜索地面目标呢？1943年前后，有的国家已将地面雷达经过改制装上飞机，这就是轰炸雷达。但这些设备的体积笨重，发现目标距离很近，目标的影像也很难辨认。不过，它初步解决了在复杂气象条件和夜间，肉眼看不清目标的情况下实施轰炸。因为雷达轰炸，是从飞机上不间断地向地面发射电磁波，并接收反射回来的电磁波，从而测得了目标的距离和方位，在雷达显示器上就能看到目标的影像，这样使本来看不见的地面目标，可以在显示器上看到了，但在显示器上所看到的影像已不是原来目标的样子，而是明亮、大小不同的光点，目标的反射性能越强，显示器上的光点就越亮，所以这种轰炸方法，一般用于反射电磁波性能良好的目标，如桥梁、军舰、大型钢骨水泥建筑等等。

当地面雷达的精确性大大提高以后，就出现了地面雷达引导轰炸。这种轰炸方法是由地面雷达精确地测定出飞机的位置，再由地面引导飞机飞向投弹位置，并向机上发出信号进行投弹。这种靠地面指挥空中投弹的方法，必须预先知道轰炸目标的确切位置，而且目标要在地面雷达有效范围内才能使用。

随着生产和无线电技术的发展，出现了无线电测距系统进行轰炸。使用这种设备轰炸既不象雷达轰炸那样要在显示器上看到目标，也不靠地面指挥投弹，只需知道轰炸目标的精确地理位置（经、纬度）就行了。它是由一部机上电台与两部地面电台组成，机上电台可以同时测出飞机到两部地面电台的距离。根据数学原理，已知两点位置，又知道到两点的距离，可以以两点各为圆心划两个圆弧相交，求出第



三点位置，这样就可确定出飞机投弹位置。使用这种设备轰炸，必须预先知道目标的精确地理位置，而且只能在地面两电台有效工作区域内使用，不能对活动目标实施轰炸。

当然，雷达轰炸、地面雷达引导轰炸和无线电测距系统轰炸各有其优缺点，可根据具体条件配合使用。随着科学技术发展，还会出现新的轰炸设备。

为什么轰炸机没到目标上空就投弹？

为了回答这个问题，我们先看看日常生活中的两个现象。

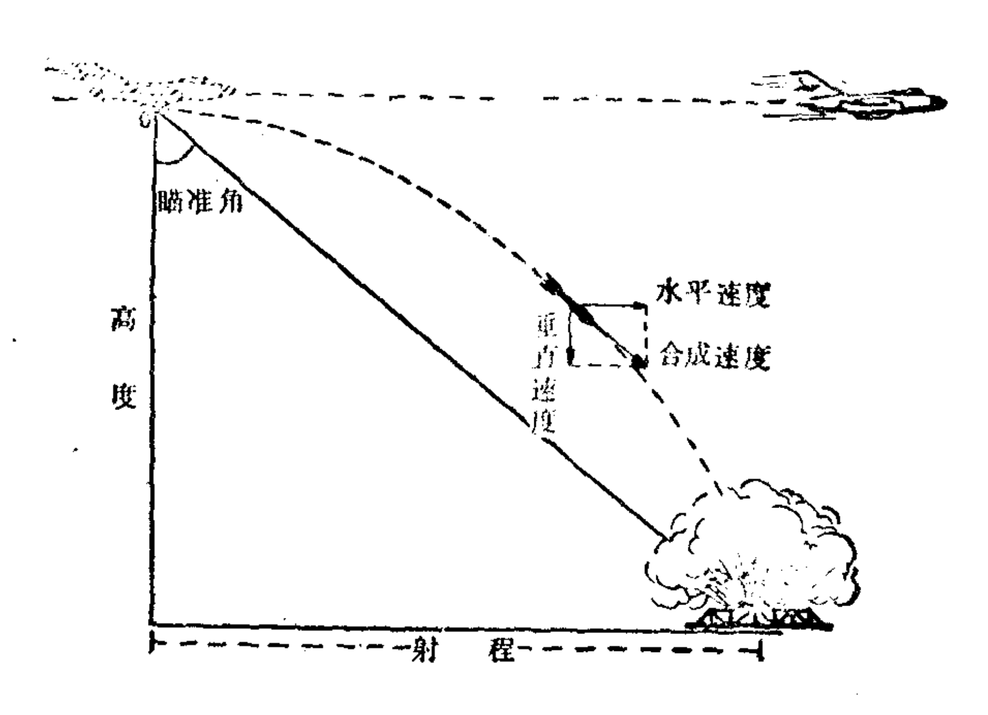
你拿个小石子到窗口，一松手，它就会垂直落在窗口下的地面上。如果你是在行进的列车上，同样把小石子伸向窗外，再松手，小石子仿佛不愿意离开火车似的，跟着火车“飞”一段距离才落地。

这是什么道理呢？因为房子是静止不动的。小石子离开你的手，在地球吸引力的作用下，它只有垂直向下的重力加速度，就垂直落下来了；在行进的列车上，情况就不同了，人和小石子都有一个与列车大小相等的水平前进速度。在小石子离开你手的时候，它不仅有一个垂直向下的重力加速度，而且还多了一个水平前进的速度。这样，石子就不是垂直下落了，而是沿着这两个速度的合成速度的方向运动。

这个道理和轰炸机没到目标上空就投弹的道理是一样的。

轰炸机载着炸弹飞行，这时，炸弹和飞机对地面的速度都一样。炸弹在没有到目标时被投下，就和在行进的列车上放开的石子一样，不仅有一个垂直向下的重力加速度，而且还有一个与飞行方向一致的水平前进速度（这个水平前进速度，开始与飞机的速度相等，后来由于空气阻力而逐渐减小）。炸弹就沿着这两个速度合成的曲线方向掉下去。

那么，是不是没到目标上空投弹都能命中目标呢？不是的。我们知道，炸弹从飞机上投下以后，要经过一段时间才能落地爆炸。在这段时间里，炸弹向前飞一段水平距离，这段水平距离叫作“炸弹的射程”。由于炸弹从飞机上投下后，有一定的射程，所以投弹时飞机离目标的水平距离，必须等



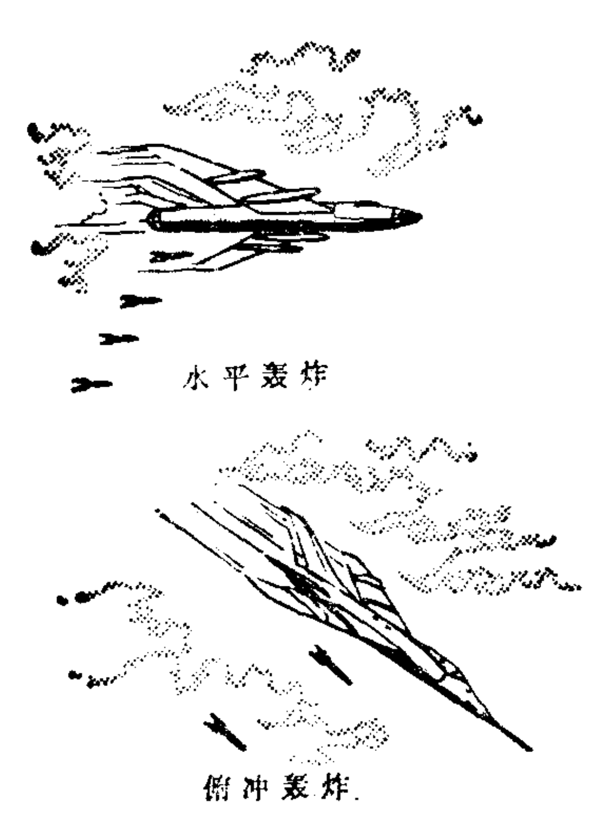
于炸弹的射程，假设这时没有方向误差，就能命中目标。如果炸弹的射程是 2020 米，投弹时，飞机离目标的水平距离就必须正好是 2020 米。

炸弹的射程是随着当时飞行的高度、速度、风向、风速以及炸弹重量、形状的不同而变化的。例如，同一炸弹，其他轰炸条件相同，顺风从空中投下来，就比逆风投下的射程大得多。

怎样才能使飞机在空中离目标的水平距离，正好等于射程呢？有不少的方法解决这个问题。最简单的方法是用一个角度来控制，这个角度称为瞄准角（即瞄准线与铅垂线的夹角），准确的瞄准角就是根据飞行高度、速度、风向和弹型计算出来，并在瞄准过程中不断修正而得出的。在进行瞄准时，由于飞机离目标的距离逐渐减小，机上人员看目标的观测角（观测线与铅垂线的夹角）也就逐渐减小。当看目标的观测角等于瞄准角的时候，飞机离目标的距离就等于射程，这时候，投下炸弹，就会命中目标。

为什么飞机投弹要采用各种“姿势”？

步枪射击训练有各种姿势，如立姿、跪姿和卧姿。飞机投弹也有各种“姿势”。看电影时你细细观察一下，可以发现有的飞机是平飞投弹；有的飞机是向目标俯冲投弹；……



水平轰炸

俯冲轰炸

可见飞机投弹的姿势也各有不同。为什么要采用各种姿势投弹？

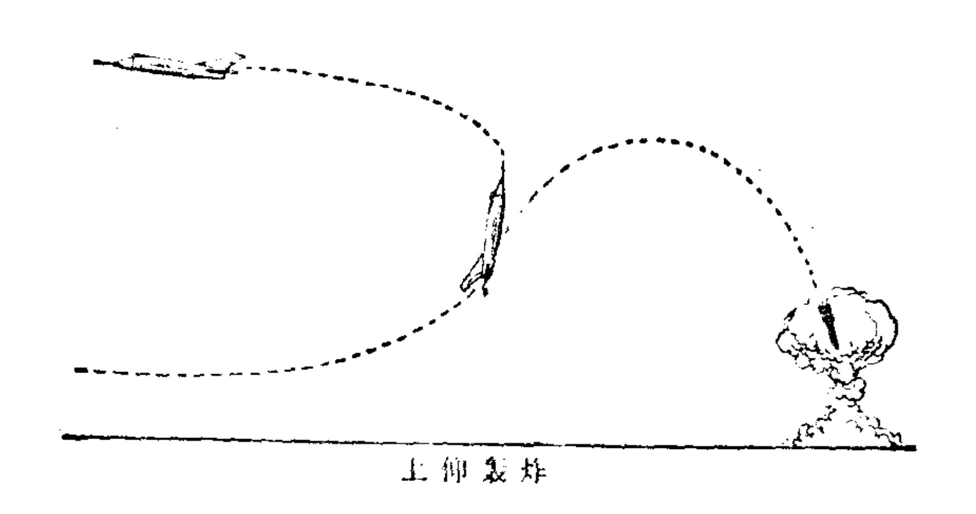
飞机采用的投弹姿势，叫做轰炸方法。目前的轰炸方法主要有水平、俯冲、上仰等几种。由于机种不同，轰炸的目标不同，使用的轰炸方法也不同。

水平轰炸，是飞机保持水平飞行时把炸弹投下的一种方法。第一次世界大战一开始，就用这种方法轰炸对方。随着飞机上武器装备不断发展，水平轰炸方法也日益完善。现在可以在各种高度，无论在白天、夜间各种气象条件，对各种目标都能进行轰炸。这是轰炸机的主要轰炸方法，强击机、歼击机也可采用这种方法轰炸。

俯冲轰炸，是飞机沿着一定角度俯冲飞行时投弹，这是第一次世界大战以后逐步形成的一种轰炸方法。这种轰炸方法的准确性高。到第二次世界大战时，得到了普遍应用，促进了这种方法的迅速发展，是至今仍然使用的一种轰炸方法。俯冲轰炸的角度有大有小，大角度俯冲轰炸可以提高轰炸命中率，增大炸弹的侵彻力，特别适用于轰炸小目标和活动目标，是强击机和歼击机的主要轰炸方法。

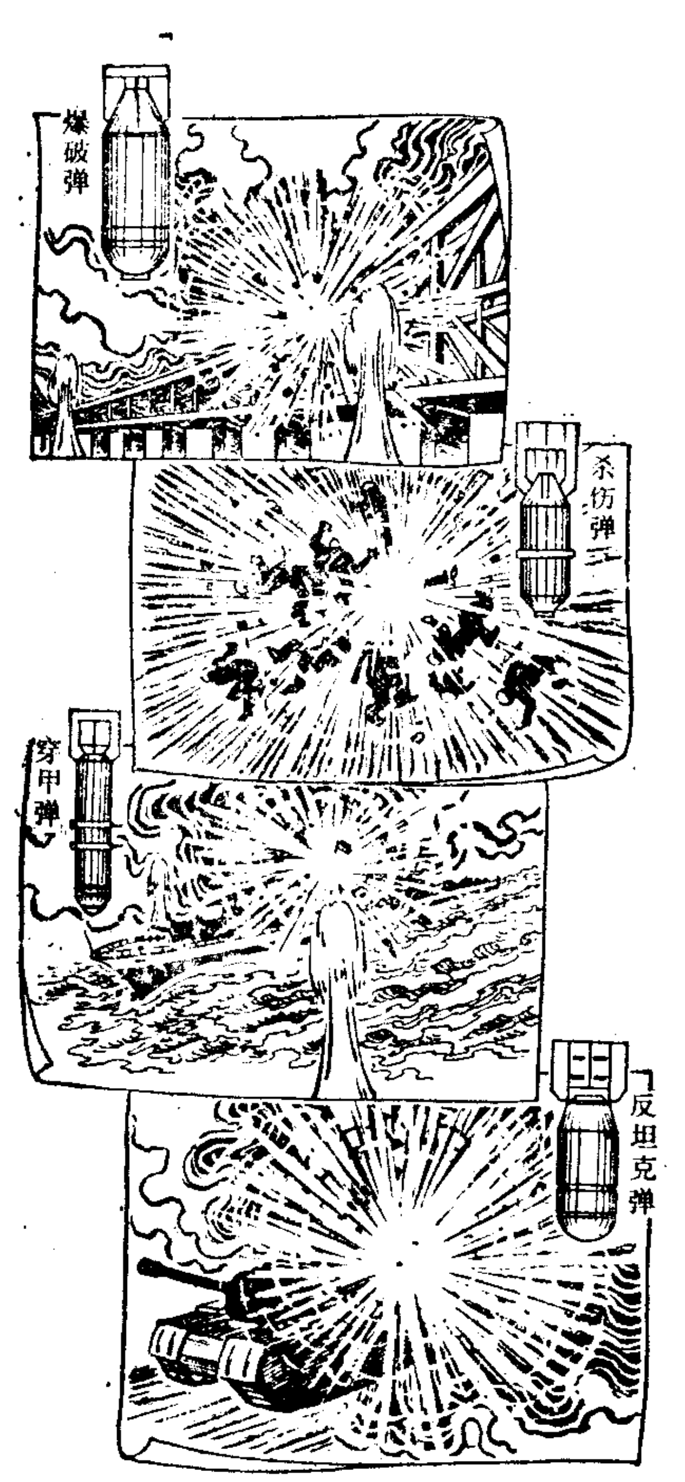
上仰轰炸，是为了适应在强击机或歼击机上投掷小型

核武器的需要而发展起来的一种轰炸方法。飞机可以从低空或超低空飞向目标，到一定位置飞机突然上仰升起，上仰角不断增大，在垂直机动飞行中把炸弹抛出去，飞机则继续作机动飞行脱离，炸弹上抛后再落到地面，这种方法又叫"上抛投弹"。由于上仰轰炸可以从低空或超低空进入目标上空，因此能够采取秘密和神速的行动，出其不意地袭击敌人，使敌机和地对空导弹反击困难。上仰轰炸，由于核弹上抛后再落下，落到地面的时间较长，在核武器爆炸前，飞机有足够的时间脱离危险区域，这样既能充分发挥核武器的杀伤破坏威力，又能保证飞机的安全，从而达到保存自己，消灭敌人的目的。这种方法是一种新的轰炸方法，主要缺点是轰炸准确性比较低，目前各国都在加强研究。



上仰轰炸

为什么航空炸弹有不同的种类？



步兵有各种各样的子弹，炮兵有各式各样的炮弹，航空兵也有多种多样的炸弹。不同的航空炸弹，对不同质的目标所起的破坏、杀伤作用不一样。

爆破弹，肚子大，装的炸药多，一般占炸弹本身重量的50%左右，有的可达70%。爆炸时，产生大量气体，向四面迅速扩散，推动周围的空气、水或地面，形成巨大的爆破浪，能使楼房、工厂、火车站、码头、桥梁等各种建筑遭到破坏。

杀伤弹，爆炸时使弹壳变成许多锋利的弹片，迅速向四周横飞，能够杀伤活动的敌人、马匹和破坏轻武器、

运输车辆等。

穿甲弹，有个坚硬的脑袋，凭着这个脑袋，能钻进有装甲的和有钢骨水泥掩盖的目标后再爆炸。如轰炸敌巡洋舰、航空母舰及陆地上的加强工事等，就使用这种炸弹。

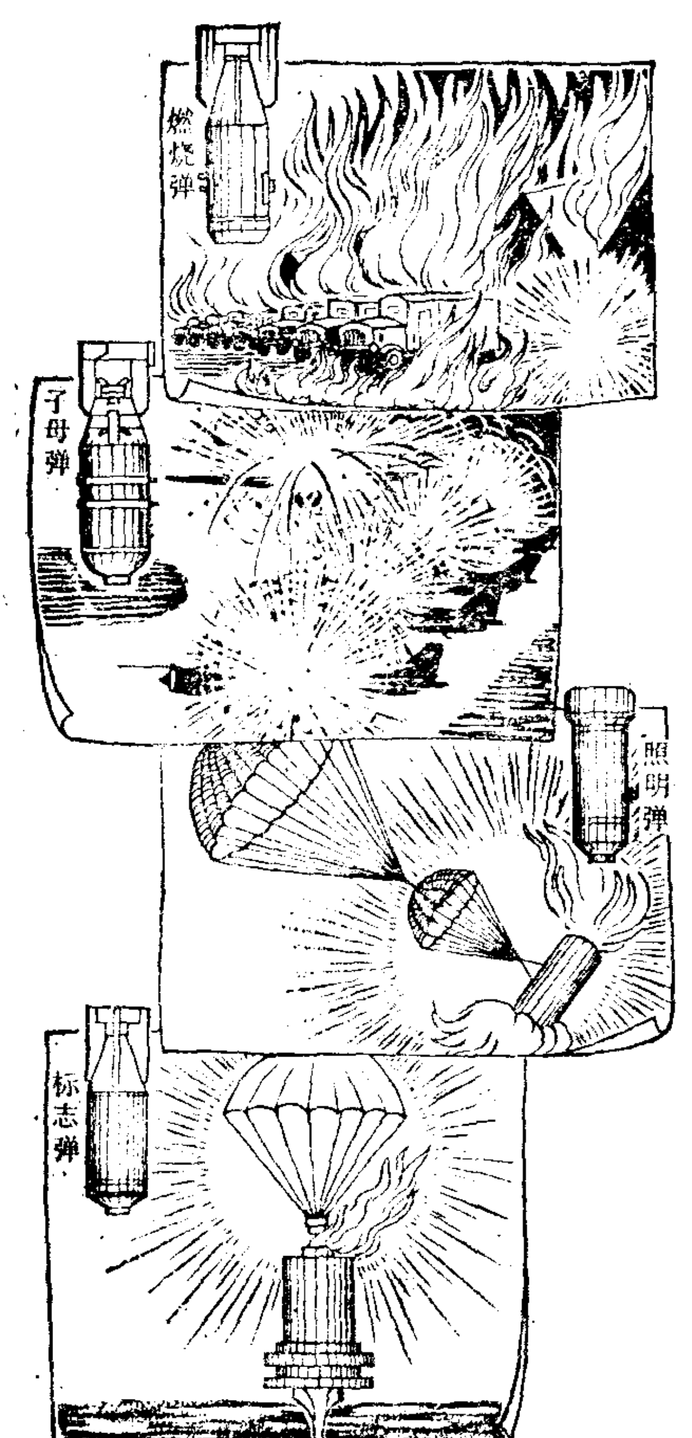
反坦克弹，是小型的穿甲弹，只有几公斤重。它是专门轰炸敌坦克、装甲车、火炮和技术兵器的。它与前一种穿甲弹的穿甲方法不同，它本身并不钻进坦克和装甲车里去，而是利用爆炸时产生温度极高的气流，把钢板烧穿，杀伤车内的人员及烧毁车辆。

燃烧弹，肚子里装的都是燃烧剂。有的与目标接触时，不爆炸，只形成一个火源，开始燃烧；有的爆炸后把燃烧着的高热剂，四处散布，引起多处起火。燃烧的火焰高达几米，温度高达摄氏两、三千度，燃烧时间能持续几分钟。它是专门对付易燃烧的建筑物、油库、仓库和炼油厂等目标的。

航空子母弹，是一个大投弹箱，肚子里可装填不同数量的小型杀伤弹、反坦克弹、燃烧弹，在空中开放后，用于大面积杀伤敌人的有生力量和技术兵器。

深水炸弹，是专门破坏潜水艇等水中目标的，装药量可占整个弹体重的70%。由于水是不可压缩的，能很好地传递爆炸时的冲击浪，去破坏水中的目标。

上面这些炸弹，对目标都有直接的破坏、杀伤作用，所以叫做“基本炸弹”。



除了基本炸弹以外，还有一些对目标不直接起杀伤、破坏作用，而是帮助轰炸机完成战斗任务的炸弹，叫做“辅助炸弹”。例如：

照明弹，在空中燃烧时，发出强光照明目标，供我机进行夜间轰炸、空中侦察或者支援地面部队进行夜间作战时使用。

航空标志弹，供我机在无地标区域，如沙漠、海洋或看不见地标飞行时用它作为地标，检查我机航迹，或进行航行测量。海上用的航标弹是利用弹体内的化学药品，改变海水的颜色起标示作用。陆地航空标志弹，夜间可用能产生红、绿、黄、白四种有色强光起标志作用，白天可用能产生浓烟的标志弹。

还有一类能执行特殊任务的炸弹，称为“特种炸弹”。它们是照相弹、烟幕弹、宣传弹等。例如：

照相弹，爆炸时能发出强光，当作夜间照相时的光源。

烟幕弹，内装黄磷，能造成大面积的烟幕用以掩蔽部队的战斗行动，迷惑敌人。

宣传弹，内装大量的宣传品，投到敌人阵地上或敌后，对敌军发动强大的政治攻势，瓦解敌军。

练习弹，为了在训练中节省弹药和安全而制造的炸弹。爆炸时，能发出大量的烟，使飞机上空勤人员能看见弹着点。

细菌弹，是灭绝人性的帝国主义，利用细菌传染疾病的方法来残害人民的炸弹。

各种不同种类的航空炸弹，在战争中能破坏和摧毁不同性质的目标和杀伤人员。但它决定不了战争的胜负。美帝国主义不是曾在侵朝和侵越战争中投下了无数各种炸弹吗？而且还采用了什么“地毯轰炸”、“饱和轰炸”等轰炸方式，结果是以他们的惨败而告终。铁的事实证明：“决定战争胜败的是人民，而不是一两件新式武器。”

为什么航空炸弹的圆径用重量表示？

枪炮的口径大小，一般都用长度单位来表示。例如：82毫米迫击炮、100毫米加农炮、152毫米榴弹炮、100毫米高射炮、30毫米航空机关炮、7.2毫米航空机枪等等。这一

方面是表示炮膛的口径(或枪管的内径)；另一方面表示枪炮弹的直径，或火箭弹的直径。

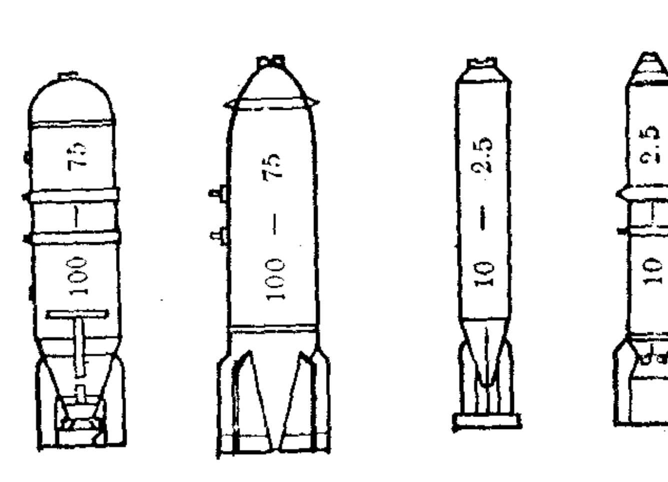
但是，炸弹圆径的大小，却是表示炸弹的名义重量。什么是名义重量呢？这就是说，一颗炸弹本身重量不一定是规定重量的那么重，但它们弹体粗细、长短却是一样的。如各种 100 公斤或 75 公斤炸弹，其炸弹本身重量不一定是 100 公斤或 75 公斤，但它们个头(外壳)却是一般大的。

为什么炸弹的口径要用重量来表示呢？

这个问题得从炸弹的发展说起。人们最初讲的炸弹，是指迫击炮发射的球形弹和地面炮火发射的爆破弹。那时，手榴弹或其他类似投射的爆炸物，也被称为炸弹。当飞机成为战争的武器后，炸弹的含义逐渐地变了，由地面转入空中和水下。这时的炸弹，一般是指从飞机上投放的弹药和水面舰艇施放攻击潜水艇的爆炸物，直到现代炸弹仍指这个意思。航空炸弹按照装料的不同，可分为装普通炸药的常规炸弹、热核装料的核弹，以及其他特种装料的特种炸弹。目前又出现了制导炸弹和火箭穿甲炸弹。不管炸弹如何发展，正象俗话所讲的“万变不离其宗”，它们总有一个共同的特点，就是都要从飞机上或其他航空器上投放或发射。

这里很自然的带来一个问题，就是炸弹需要标准化的问题。因为地面的目标很多，需要炸弹的种类就多，而且往

往因所要摧毁的地面目标的性质和坚固程度不同，在同种类型的炸弹中又会有许多不同的形状和重量。如果不把这些种类繁多、形状各异的炸弹标准化，就没办法往飞机上挂，使用起来也很不方便。为了解决这个问题，人们就想了一个办法：炸弹重量在50公斤以上时，用圆径重量表示炸弹的大小相当于多重的爆破弹；炸弹重量在50公斤以下时，用圆径重量表示炸弹的大小相当于多重的杀伤弹。例如有颗炸弹，它的弹体的个头大小相当于100公斤的爆破弹，这颗炸弹就是圆径为100公斤的炸弹；有颗弹体的个头大小相当于25公斤重杀伤弹的炸弹，这颗炸弹就是圆径为25公斤的炸弹；但这两种炸弹本身的重量不一定是100公斤或25公斤。而这样规定，它们弹体个头大小却和其他种类相当重量炸弹的弹体个头大小统一起来了。这样就便于炸弹的生产和使用。这种办法一直沿用到现在，成为航空军械领域的习惯用法了。所以，炸弹圆径用重量而不用长度表示。



目前各国炸弹圆径重量不完全一样，一般航空炸弹圆径都分为1公斤、2.5公斤、5公斤、10公斤、25公斤、50公斤、100公斤、250

公斤、500公斤、1000公斤、1500公斤、2000公斤、3000公斤、5000公斤、9000公斤等十几种。有的把炸弹口径重量标在弹体上。如弹体上标着100—75，意思是说该炸弹本身重量75公斤，其个头大小相当于100公斤爆破弹。又如弹体上标着10—2.5，意思是说该炸弹本身重量2.5公斤，其个头大小相当于10公斤的杀伤弹。

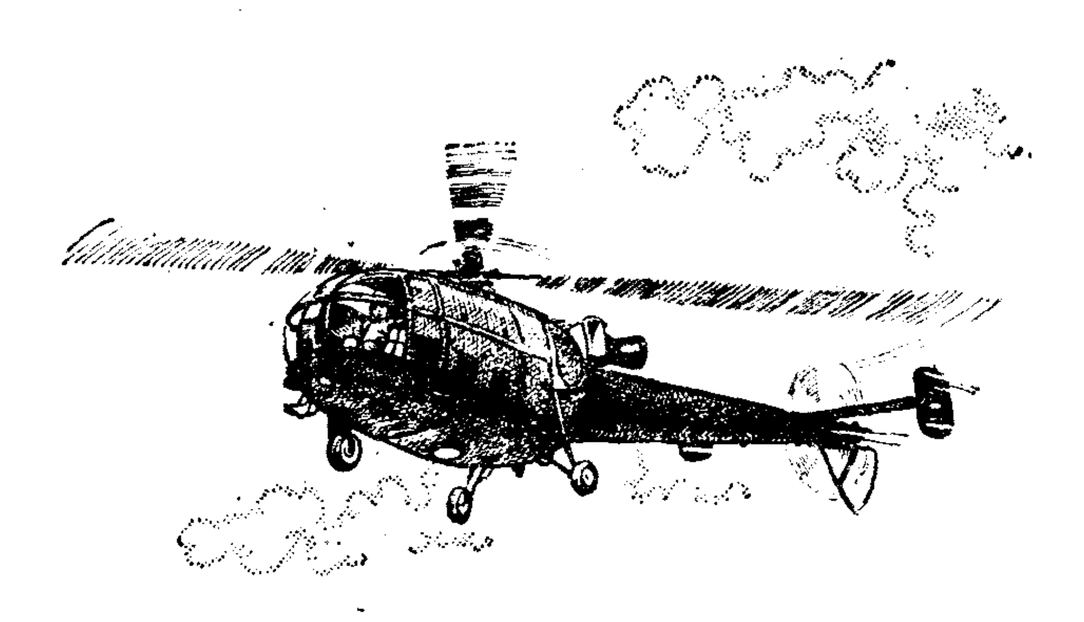
炸弹口径重量，是一项重要的战术性能指标，有关军事指挥机关都要很好的了解和掌握，才能根据所要摧毁敌目标的性质和坚固程度，正确地选用挂弹分配方案，达到消灭敌人的目的。

为什么直升飞机的尾部有个“小风扇”？

直升飞机的样子很特别，不仅头顶“大风扇”，而且尾挂“小风扇”。这个小风扇有什么用呢？

我们先看看这样一个现象，公园里的小木船，如果用双桨分别在两边反方向划水，小木船就会在原地打转，而且转动方向和用力的方向相反。这是由于水给双桨一个反作用扭矩（简称“反扭矩”）。这个反扭矩传到小船上，就使小船打起转来。

直升飞机头顶上的那个“大风扇”叫旋翼，在旋转的时候，空气也会给它一个很大的反扭矩。这个反扭矩传到飞

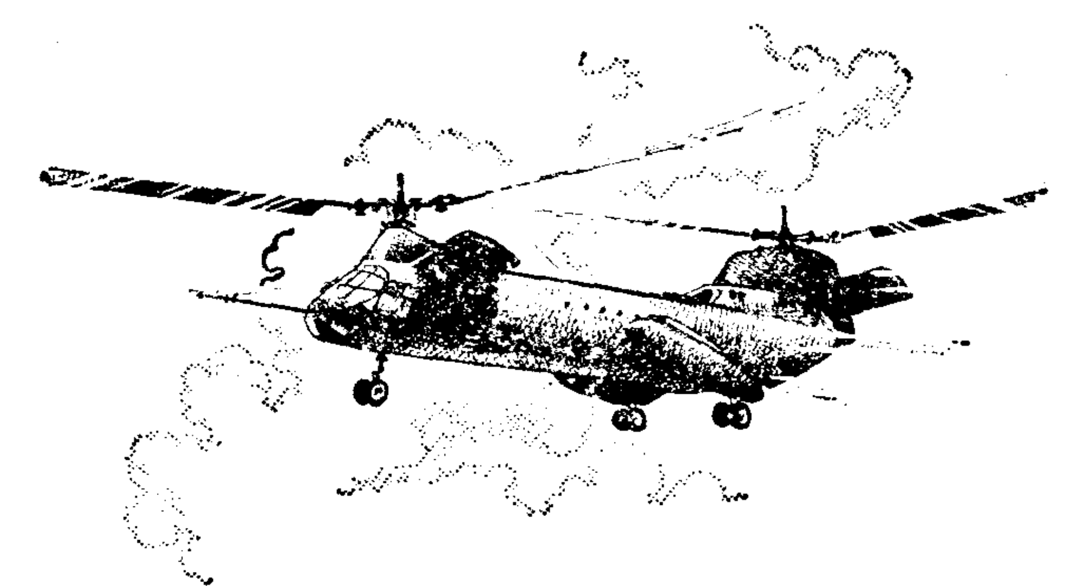


机的机身上。如果不采取措施，机身就会沿旋翼相反的方向打起转来。机身一打转，人坐在里面就受不了，更无法操纵飞机保持航向了。直升飞机尾部的那个“小风扇”叫尾桨，就是用来抵销这个反扭矩，防止机身打转的。

尾桨的直径比较小，由发动机通过传动轴带动，它旋转时所产生的拉力对飞机重心的力矩，正好和旋翼的反扭矩方向相反。尾桨通常装在很长的“尾巴”上，以加长力臂，这样它的拉力虽小，也能够抵销旋翼所产生的反扭矩了。这和我们撬大石头时，用长棍子比较省力是一个道理。所以，直升飞机有了尾桨，就能保持直线飞行，而不打转了。

另外，尾桨还有一个作用，它还是直升飞机的“方向舵”。当飞行的方向不变时，操纵尾桨，让它的拉力稍稍增大或减少，飞机就可以向左或向右转弯。因尾桨改变飞机的方向，不需要迎面气流的作用，所以，直升飞机还可以停在半空中原地转弯，这是一般飞机所办不到的。

当然，不是所有的直升飞机都有尾桨，有的直升飞机



是在机身上面装上两顶大旋翼，让这两顶大旋翼的旋转方向相反，转速相同，这样它们各自所产生的反扭矩就会在机身上被抵销。还有一种直升飞机，把机身上的两顶大旋翼串起来，旋转方向也相反，转速相同，互相抵销了反扭矩，因此，这类直升飞机没有尾桨，也能保持直线飞行。如果操纵其中一个大旋翼，能使飞机原处转弯。



为什么直升飞机可以作“空中救护车”？

直升飞机是一种空中的运输工具，它有垂直起落和在空中悬停的本领，可以做许多其他飞机办不到的事情。它可以象大吊车一样很快地把物资、器材运到交通极不方便的地方。我国泰山顶上的电视转播台的铁塔与设备，就是

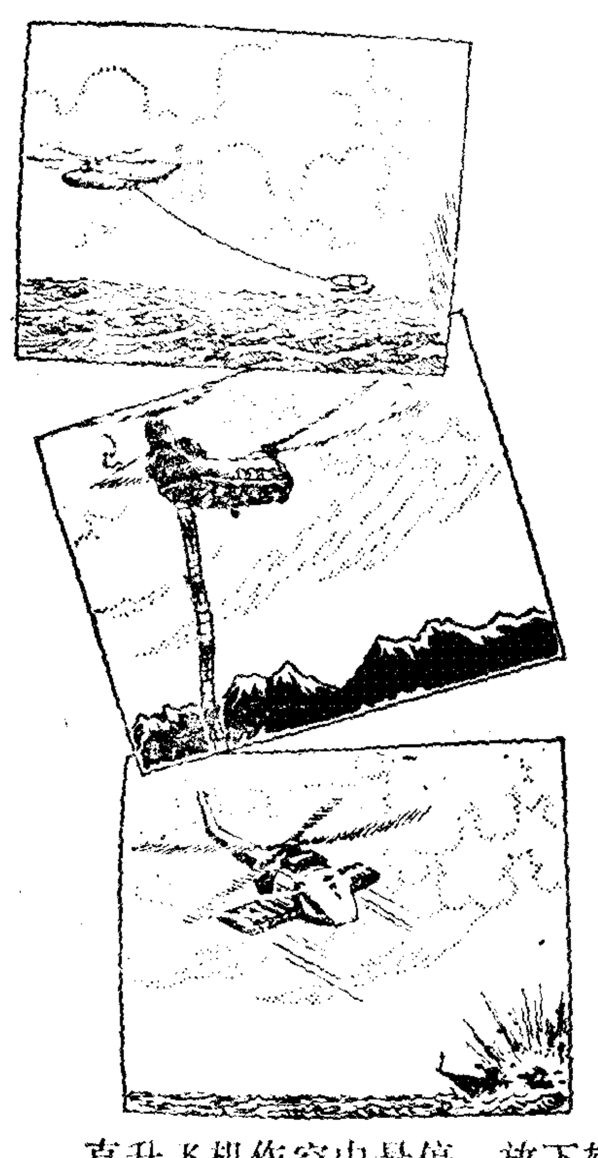


用直升飞机一批一批吊上去的。它也可以迅速地执行抗洪、抗震等抢险救灾任务。在战时，它的用处就更广了。

提到救护车，大家都很熟悉。有时我们在马路上可以看到印着红十字的小汽车飞驰而过，它是抢救危急伤病员的重要交通工具。

战场上地形复杂，道路狭窄，工事众多，有时公路遭到破坏，桥梁被炸断，而且，敌人对地面通道进行了火力封锁，救护车没法开，救护工作受到了很大限制。为了迅速地抢救伤员，除了用担架以外，还可以用直升飞机。

直升飞机能垂直起降，一般只要能容纳一架直升飞机那么大的平地就可以降落。如果四周有障碍物，只要弄平两个篮球场这么大的场地就可以起飞、降落了，使用方便。所以，直升飞机在战场执行救护时，可以从空中越过障碍，迅速降落到前线的荫蔽阵地，把伤员直接运往野战医院进行抢救。直升飞机的速度比救护车快得多，运的伤员也多。



一般的直升飞机一次就能运近10名伤员，大的可以容纳40来个伤员。这样，既可以争取时间，尽量减少伤员的牺牲，又可以使伤员在转运途中减少痛苦。

另外，在空战中，如果飞行员被迫跳伞，可能落到偏僻的山区、大海、丛林之中，为了及时营救，直升飞机是最合适的交通工具了，它既能超低空，又能以很小的速度飞行，视线广阔，便于搜索和发现目标。找到目标后，直升飞机作空中悬停，放下软梯，就能把飞行员营救回去。

在战争中，直升飞机不仅可以执行各种救护任务，它还可以运送兵员进行机降，达到出其不意的袭击效果。如果装上机关炮、火箭、反坦克弹等武器，又成了能干的直升强击机。在机上装上相应的设备和武器，还可以执行扫雷和反潜任务。直升飞机的用途真不少哩。

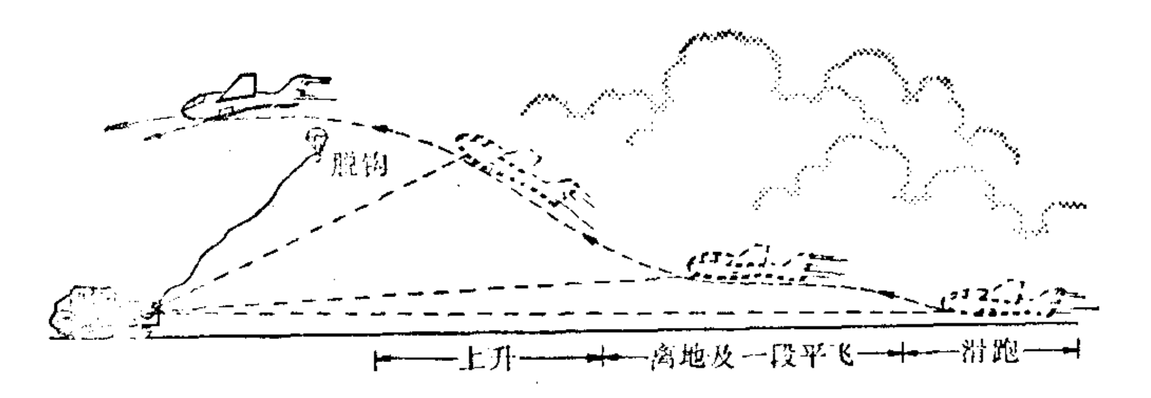
为什么滑翔机没有动力也能飞行？

人类能在天空飞行的历史，是从模仿鸟类的滑翔开始的。有时我们看到老鹰在空中舒展两翼，不扑不搧，自由自在地盘旋翱翔。这是它依靠两个大翅膀，作滑翔飞行。有时在上升气流的作用下，老鹰可以不降低高度，甚至可以翱翔上升。据记载，早在2000多年前，春秋战国时代的闻名巧匠鲁班，就曾利用竹木等材料制造过能飞的木鹊。木鹊可算是滑翔机的始祖了。

我国广大青少年都很喜爱航空模型活动，那些没有动力的弹射模型飞机和牵引滑翔模型飞机等，都是靠滑翔飞行的，这也是现代滑翔飞机的雏型。

滑翔机为什么能够飞行？

飞机能够飞行，主要是由于机翼在前进中产生的升力，克服了重力，并且利用发动机所产生的拉（推）力，克服飞机在前进中的空气阻力，才得以腾空飞行的。滑翔机虽然没有动力装置，但它在滑翔飞行中，就象一个物体从斜面下滑一样。滑翔机的重力，可分为垂直于下滑方向的垂直分力（即重力第一分力），和平行于下滑方向的水平分力（即重力第二分力——拉力）。由于滑翔机的拉力与它迎面产生的空气阻力的大小相等、方向相反；而机翼在运动中所产生的升



力，与重力第一分力大小相等、方向相反，在保持一定下滑角度和下滑速度的情况下，这两对力是相互平衡的，因此能使滑翔机在空中作平稳的下滑飞行。在滑翔过程中，驾驶员可以利用操纵系统操纵各个舵面，象飞机一样作各种飞行动作。有时驾驶员还可以利用空气中的上升气流，操纵滑翔机升高到几千米的高度，在空中自由飞翔。

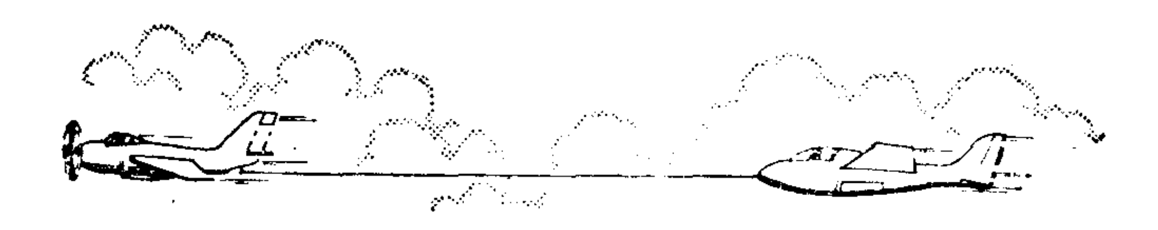
那么滑翔机是怎样起飞的呢？

滑翔机没有动力，必须依靠外力起飞。滑翔机的起飞跟没有动力的航空模型飞机起飞相似，一般分橡筋弹射、绞盘车牵引和飞机牵引三种。

橡筋弹射起飞，有平地弹射和山坡弹射两种。平地弹射时，滑翔机就象弹弓上的石块一样弹向前方；山坡弹射，就是弹射位置选在山坡上，滑翔机弹射出去后，可以获得较高的高度。

绞盘车牵引起飞，就象放风筝一样，把滑翔机拉到空中，然后驾驶员把钢索脱掉，滑翔机就可在空中自行滑翔了。

飞机牵引起飞，是用飞机把滑翔机拉到所需要的高度

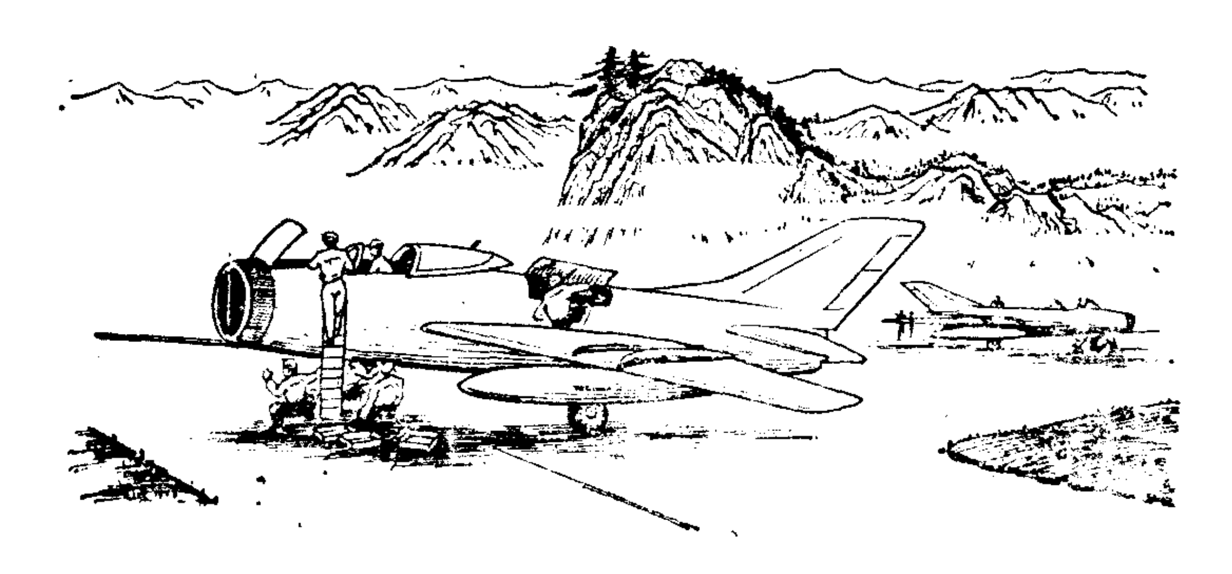


和位置，这时滑翔机驾驶员把绳索脱掉，即可自由飞翔。

由于滑翔机没有动力装置，结构简单，使用比较经济，除了一般用于滑翔运动以外，在军事上可以作为运输和空降的工具。如载运武器、装备和人员。有些大型的军用滑翔机还可以装载坦克、火炮和车辆等。滑翔机对着陆场要求不高，它可以配合空降兵作战使用。

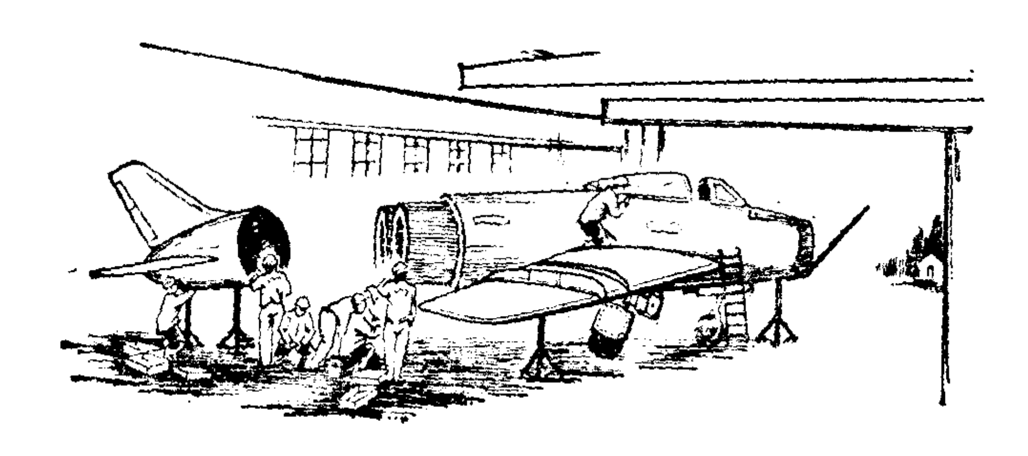
为什么称地勤战士是飞机的“医生”？

现代的高速飞机，由千千万万个零件组成，构造复杂，设备繁多。飞行时，必须保证它们的工作万无一失，如果有一个零件出了毛病，就可能影响到任务的顺利完成，给国家和人民造成重大损失。



当你走进机场的修理厂，就会看见人民空军的地勤（机务）战士，有的围在飞机旁，有的站在飞机上，他们在专心致志地给飞机“检查身体”哩。

地勤通常分为内场和外场，不论内场和外场都包括有机械、军械、特种设备、仪表、雷达和无线电等专业。外场象医院的“门诊部”，对飞机的常见病多发病进行经常的、大量的预防工作。飞行前，他们要对每架飞机的重要部位作最后一次检查，加满各种燃料、油料，补充弹药，充足氧气和冷气，最后在飞机履历档案上写下“良好”、“正常”，飞机才可以参加飞行。飞行结束后，他们还要认真听取飞行员的反映，对飞机作比较全面细致的“体格检查”，认真寻找故障的迹象，发现故障，及时排除，做好日常的维护保养工作，并填写飞机工作、故障情况的记录。如发现了重大“病症”，或到了定期“体格检查”的时间，就把飞机送往内场。内场象医院的“住院部”，它除了有一般的专业分工以外，还有座舱、起落架、瞄准具、炮架、发动机、附件、电气、氧气等更细的分



工，和车、钳、铆、焊、锻、镀等工种，内场备有大量的工具、仪器和设备，主要担负飞机定期的"身体"大检查和排除重大的故障。进了"住院部"的飞机，地勤战士根据飞机的"病历"和使用记录，对飞机的大脑（座舱）、眼睛（雷达）、耳朵（无线电）、骨骼（框架）、心脏（发动机）、神经（电气）、血管（输油系统）和肌肉（液压系统）等各部分进行大解剖、大检查，对发现的每一个微小故障、缺陷，都要做彻底排除。如果遇到了疑难"症状"，还要开个诸葛亮会来"会诊"哩。

地勤战士检查飞机时，在需要走动的蒙皮上都铺了木棱脚踏布或防滑胶皮，而且不穿有钉的鞋子。在上飞机之前，还要确实查明鞋底上没有石子和沙粒。这样，不仅能够防止人在飞机上滑倒摔下来，而且飞机蒙皮也不会被踩变形或被划伤，使飞机表面保持非常光滑，这样飞行时就可以减少空气阻力。

为什么机场跑道要保持清洁？

机场上，一架架战鹰吼叫着腾空而起，似利箭射向蓝天。只见空中银光闪闪，战鹰上下翻飞、左右旋转，动作是那样矫健、敏捷。

飞行部队在紧张的战备训练之前，你经常会看到有的战士驾驶着一台台扫道机，有的战士手握着扫帚，认真仔细

地清扫跑道和起飞线。这些战士，就是机场跑道的清洁工——养场员。不管春夏秋冬、酷暑严寒，他们坚持对跑道进行经常的清扫。这个工作看上去十分平凡，却有着很重要的作用。

大家知道，机场的跑道是专供飞机起飞和降落用的。随着科学技术的发展，目前的飞机大都采用涡轮喷气式或涡轮风扇式发动机，这类飞机发动机的前面都有一个进气口，象一个张开的大嘴，把大量的空气吸进发动机里。当飞机以很快的速度在跑道上起飞时，进气口的下面就会产生一种低压旋涡，如果跑道不打扫干净，会把跑道上的各种物体，如小石子、铁钉、螺帽等，吸入进气道，打坏发动机的压缩器和涡轮装置。特别是进行编队起飞时，前面飞机喷管气流会把跑道上的各种杂物吹起来，就更容易被后面的飞机吸入进气道，把发动机打坏，造成飞行事故。

另外，飞机是靠起落架下面的充气轮胎，在跑道上起飞和着陆滑跑的。着陆时轮胎所承受的撞击力很大，在这种情况下，轮胎如果碰上尖锐物体，很容易被刺破，造成事故。

所以，为了确保飞行安全，经常地清扫跑道，就显得十分重要。尤其是起飞线，跑道两端各500米的起飞、着陆区，各种勤务车辆来往频繁的停机坪、加油线，更需要经常清扫。

为什么不能随便穿越机场跑道？

机场跑道笔直、平坦而宽阔，是战鹰起降的主要场地。

现代作战的飞机，飞行速度快，每小时一、二千公里，有的达到3000多公里，超过音速两、三倍，空中情况瞬间变化大，一分一秒都和战斗的胜败紧密相连。为了防止帝国主义和社会帝国主义的突然袭击，我们必须随时做好战斗起飞准备，一旦敌机入侵，就要分秒必争，迅速升空作战。如果人员和车辆随便穿越跑道，就会影响战鹰准时起飞，那怕是一分钟，也可能贻误战机，给国家和人民造成不可弥补的损失。

从安全角度来说，飞机在跑道上起降时的滑跑速度一般比汽车大好多倍。速度大，运动惯性大，相互接近快，不容易避让。而且很多飞机同在一条跑道上连续起降，有时密度也很大，人员和车辆随便穿越跑道，就很容易发生伤亡事故。

飞机在准备着陆时，飞行员看到跑道上有人或车辆穿越，就不能落地，必须继续在空中沿着起落航线重飞一圈。这样，不仅浪费航空燃料，有时在剩余油量很少、飞机没有复飞可能的情况下，勉强复飞就会导致飞机空中停车，对飞行安全很不利。

另外，飞机在空中飞行，万一某个部位发生故障，需要尽快着陆，而地面上的人员、车辆随便穿越跑道，使飞机不能及时着陆，以致造成更为严重的后果。

还有，飞机着陆时，如果发现跑道上有人，飞机又不能复飞，飞行员为了保护人民的生命财产，必然要操纵飞机在跑道以外的地段上迫降，这样就会损坏飞机，甚至使飞行人员受伤。

我们知道了飞机在机场上起飞、着陆的情景，平时就应注意，千万不能贪图一时的便利，随便穿越跑道。尤其是居住在机场周围的群众和广大青少年，更要自觉遵守机场规则，协助人民空军战士共同完成好保卫祖国领空的神圣任务。



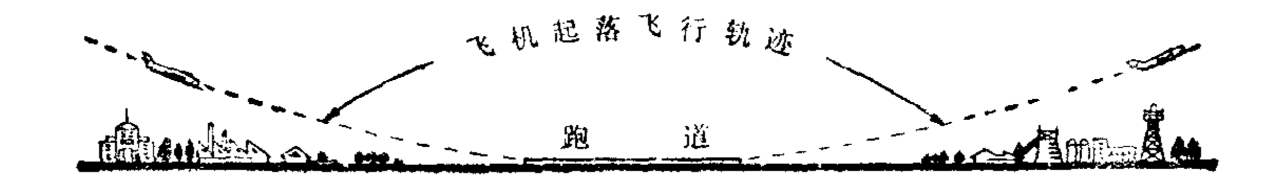
为什么对机场附近建筑物的高度要进行限制？

碧空蓝天，万里无云，一架架银白色的战鹰整齐地排列在机场停机坪上。忽然，一颗绿色信号弹升起，一架架飞机在跑道上高速滑跑。瞬时，只见轮子离地，飞机腾空而起，沿着跑道的方向逐渐上升远去，这是飞机起飞的情景。

看过飞机起飞的人，也许会联想到飞机的起飞和汽车上坡不是差不多吗？对，从运动的形式来说，它们是有好多相似的地方。比如，它们都是一面向前进，一面沿着一定的坡度（曲线）不断上升。只是汽车上坡有现成的公路，而飞机是按本身爬高曲线上升。

飞机的起飞是这样，飞机的降落实际上就是起飞的反过程，它是按照本身的下滑性能沿着一定的坡度（曲线），一面前进，一面下降，最后落到机场跑道上。因此，飞机起降也有一条"坡路"，这条"坡路"和汽车上下坡是差不多的。

大家知道，公路上有了障碍物就会妨碍汽车行驶，甚至撞坏汽车。同样道理，如果机场两头在飞机上下的"坡路"上有障碍物，也会妨碍飞机的正常飞行，甚至造成碰撞。



飞机起飞和降落的“坡路”是从机场跑道两端开始，直线向天空伸展的，所以越接近机场，它的“路面”就越低。如果在机场附近区域内的房屋、工厂、烟囱等超过了允许的高度，飞机起飞、降落时就可能与这些障碍物相撞，造成机毁人亡和毁坏这些建筑物的严重事故，给国家和人民生命财产带来很大损失。因此，在跑道两头延长线上，不能有高大的建筑物。

那么，是不是只要跑道两头没有高大建筑物就行了呢？还不行。因为在机场上空，飞机要进行各种飞行活动，编队的飞机回到机场上空以后，一般都要在较低的高度上盘旋一圈，解散后一架一架地降落，所以，除了在机场跑道两头不能有高大建筑物以外，在跑道两侧也都不能有高大建筑物。

飞机起降要有一个没有障碍物的空间，这叫做机场的“净空区”。根据飞机起降的坡度，制定出离跑道不同距离上建筑物的允许修建高度，叫做“净空规定”。为了保证空中飞机和地面建筑物的安全，机场附近新建、扩建或改建的建筑物的高度，都要按净空规定加以限制。

夜航时为什么机场上有各种颜色的灯光？

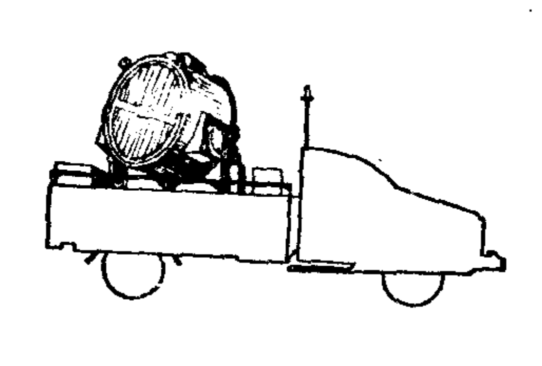
夜间飞行，机场上灯火辉煌，这五颜六色的灯光，就象

机场上的“哨兵”，分别守卫在自已的战斗岗位上。

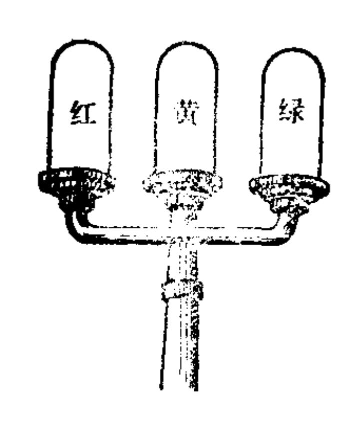

跑道灯

“跑道灯”，是夜航飞行的基本灯光设备，也是机场跑道、联络道、滑行道指示灯的总称。它的作用是把机场跑道显示出来。根据需要还在不同的位置上，安装了不同颜色的灯具。跑道两侧用白色或黄色的灯光标示；跑道两头的边界，各用红、绿灯光标示；联络道和滑行道则用紫色灯，以便与跑道上的灯光相区别。夜间飞行，飞行员就是按照这些灯光的颜色来判断机场的位置、跑道的方向、联络道口和滑行路线，操纵飞机起飞、着陆和滑行的。

“着陆探照灯”，它的作用是在飞机快要着陆的时候，把着陆地带照得通亮，使飞行员能清楚地观察着陆地带，以便准确、柔和地操纵飞机安全降落。在天气不太好，能见度差，飞行员难以发现跑道灯光时，还可以强大的光柱帮助飞行员迅速发现机场的位置，引导飞机飞回机场。


着陆探照灯

黄、绿、红“三色信号灯”，装在飞机起飞线的指挥台上，它是飞行指挥员根据飞机下滑着陆的需要，用来指挥着陆

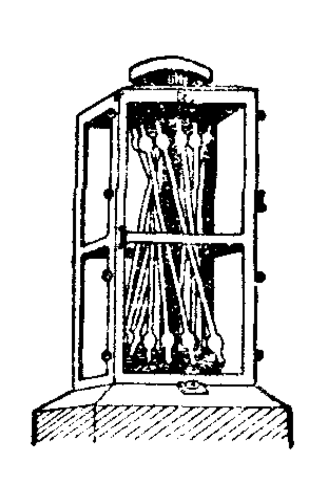


三色信号灯

探照灯及时打开和关闭用的。

白天飞行返航着陆，机场是以白色的"T"字布来表示着陆的方向。夜间，就用黄色灯光组成"T"字灯来表示飞机着陆方向。这种灯还有个作用，当遇上特殊情况，不准飞机着陆时，把它前面一行竖灯打开，就变成了"十"字灯。飞行员看到这种灯光信号，就在机场上空盘旋待命，或按预先的准备，到备降机场着陆。

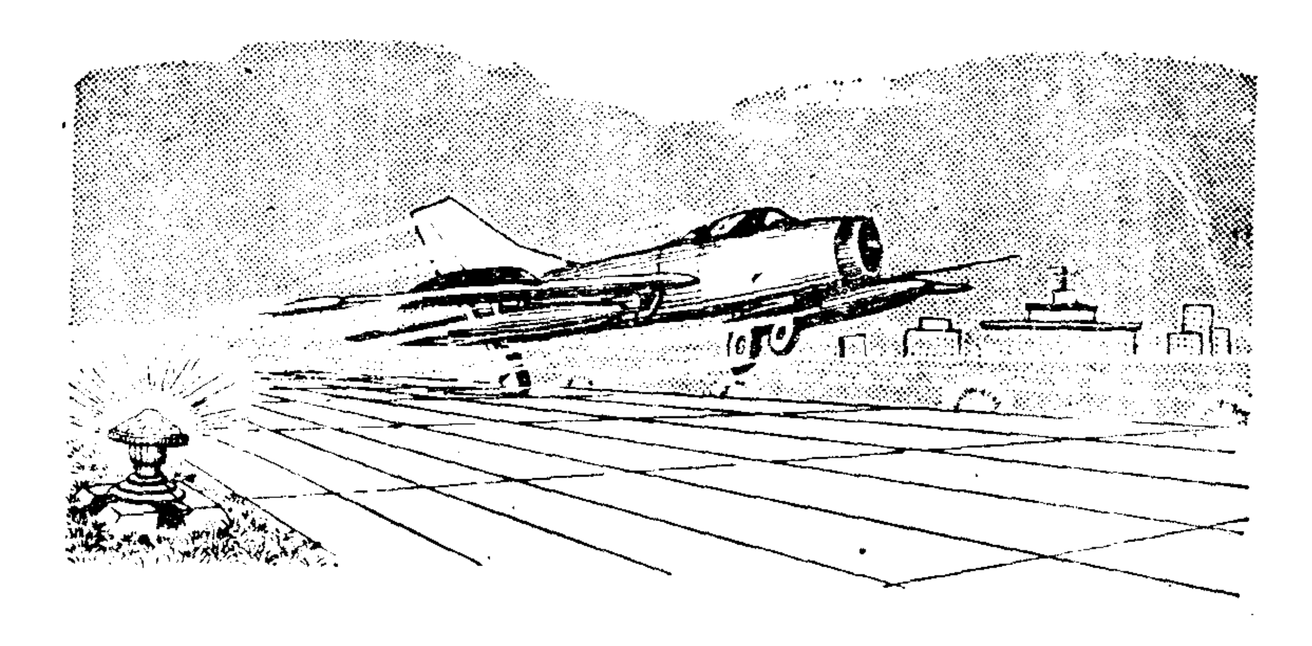
"霓虹信号灯塔"，安装在机场跑道的一端，它发出醒目的有规律的闪闪红光，给夜航飞机指示降落机场的位置，飞行员在几十公里外就能看到它。


霓虹信号灯塔

在跑道延长线约1000米的距离上，设有一组红灯光，它是在夜间复杂气象飞行时，给飞行员指示飞机的下滑方向用的。飞行员看到这种灯，即注意掌握飞机下降高度，做好着陆的准备。所以叫"下滑灯"。

在跑道两头的延长线与机场边界相交的地方，还有一组红灯，用来表示机场的边界，叫做"边界灯"。又因这组灯是装在跑道起飞方向的正前方，飞行员可用来保持飞机起飞的方向，所以也叫"起飞方向灯"。

在机场指挥台的顶上，并排装在一起的一红一绿两个



灯光，表示机场有飞机正在飞行，叫“飞行标志灯”。看到这种灯光，外来的人员、车辆未经允许，都不能在机场内随便通行和停留。

夜航灯光设备，除了上面几种以外，还可根据飞行需要，设置一些辅助灯光。这些灯光通常设在起飞、着陆和加油线上，以保证夜航战备训练任务的顺利完成。

为什么飞行员要戴保护盔？

高速飞机的飞行员，戴的飞行帽特别引人注目。这种飞行帽有点象钢盔，它那天蓝色坚硬的外壳，在阳光下闪闪发光，给人以深刻的印象。为什么高速飞机飞行员要戴这种特制的飞行帽——“保护盔”呢？

现代高速飞机速度大，特别是在和敌机的空战中，或进攻敌地面目标时，飞行的动作是很剧烈的。有时为了在空



中占据攻击敌人的有利位置，飞行员操纵飞机时，做拉杆动作，飞机产生正的过负荷，飞行员的身体压在座椅上。做推杆动作时，如果推杆过猛，飞机会产生负的过负荷，飞行员将会离开座椅腾空而起，头部就会碰撞在座舱盖上。飞行员操纵飞机时，有时使飞机产生侧滑，飞行员在座舱内就可能左右摇摆，也容易使飞行员头部碰撞座舱盖和内部设备。当高速飞机在空中突然减速时，特别是当飞机强迫着陆时，飞机猛然刹车减速，就如同在地面上汽车突然急刹车时一样，人体突然向前倾倒，飞行员的头部可能碰撞在座舱前边的瞄准器上。当飞机发生事故时，飞行员头部就更容易发生碰撞。戴了保护盔就可以保护头部的安全。据研究，人的头部对撞碰速度的耐受极限为每秒2.4米。而在高速飞机飞行中，可能碰撞的速度很容易超过这个极限。所以，在现代高速飞机上，除采取其他一些保护飞行员的安全措施外，飞行员在飞行时还要戴保护盔。这样，一旦座椅安全带失灵，飞行员头部和座舱盖或座舱内的其他部件相撞时，可使头部避免碰伤，从而更加有效地保护飞行员安全。

现代高速飞机都装有应急弹射跳伞设备。而且，飞机

的速度越大，允许跳伞的速度越大。如亚音速飞机允许跳伞的速度，一般都在每小时700公里左右；而超音速飞机，可达每小时1100公里以上。这样大的速度跳伞，飞行员刚离开飞机时，迎面吹来的气流是非常大的，作用在飞行员身体上的迎面气流压力也很大。特别是面部暴露在外面，很容易把面部吹伤。戴上保护盔弹射跳伞，就安全得多了。同时在保护盔上有氧气面罩，在高空跳伞时，不致于因高空缺氧而使飞行员昏迷。在跳伞着地时，如动作不准确，或地面风速大，飞行员容易跌倒，其头部可能与地面物体相撞，所以也需要戴保护盔保护。

高速飞机飞行员戴保护盔，还有另外一个方面的作用。如高速歼击机，通常都在高空执行作战任务。在空战中万一座舱盖被敌机打破，就会影响飞行员正常的操纵飞机。有了保护头盔，就可以减轻外界气流和缺氧的影响程度，保证战斗的顺利进行和安全返航。高空空气极度稀薄，水分尘埃很少，不能反射和散射太阳光。高速飞机在高空飞行时，被太阳光照射到的部件反光刺眼，而太阳光照射不到的部件，则暗淡无光，妨碍飞行员搜索空中目标和注视观察座舱内的仪表。特别是在云中飞行时，太阳照射云层所反射的光，更是非常刺眼。为保护高空飞行时飞行员的眼睛，在保护盔的前部装有茶绿色滤光镜，其滤光率为86%。经过滤光镜滤光，飞行员搜索空中目标、观察座舱仪表就比较容

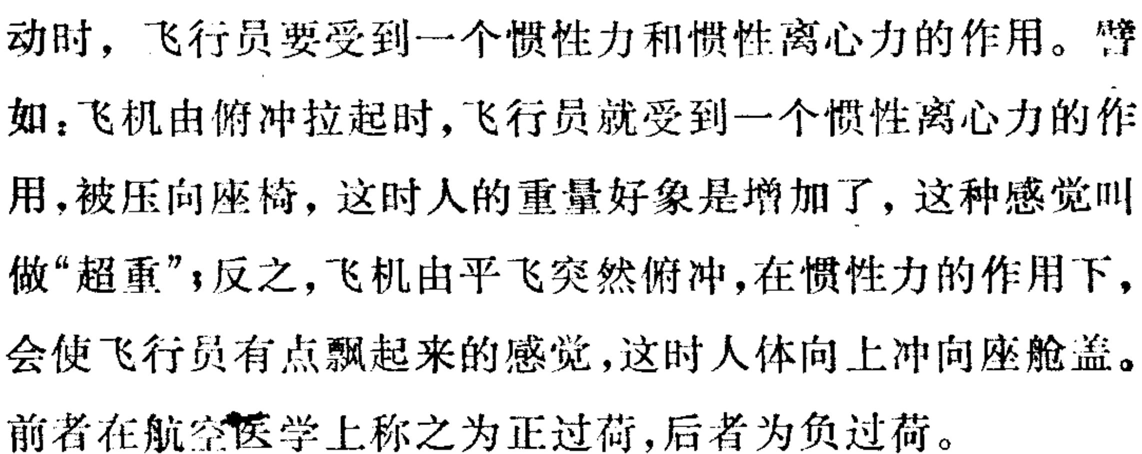
易了。

保护盔内表面与飞行员头部之间有一个空隙，头盔前的额部开有排气孔，便于通风散热。另外，保护盔表面喷涂有能反射热的天蓝色瓷漆，内表面贴有隔热减震衬垫，这些装置可以保证高速飞行员头部温度不至于过高，对减轻疲劳，提高作战能力很有好处。

保护盔内还装有海绵容腔式耳罩，加上保护盔的壳体和减震衬垫等都由隔音材料制成，还可以防噪音。大家知道人的音频一般是在60～2000赫芝（赫芝是频率的单位。每秒钟震动一次称为1赫芝。1赫芝等于$1/10^3$千周，又等于$1/10^6$兆周）之间，超出这个范围就听不清了。保护盔内无线电通话设备的频率是在125～12000赫芝范围内。其隔音的效果不低于20分贝（分贝是两个功率之比的一种单位），就是说保护盔无线电通话设备，正常的通话声音强度功率比耳机内实有杂音强度功率大20倍以上，杂音是很小的。所以，它能保证高速飞行员通话声音宏亮而清晰。

为什么飞行员要穿抗荷服或代偿服？

电业工人在几十万伏的电路上带电工作时，要穿一套“等电位服”；炼钢工人在电炉前炼钢，穿的是石棉工作服；



潜水员在潜水作业时，穿的是潜水服。各种各样的特殊服装，虽有各不相同的性能，但都是为了一个目的：保护操作人员安全工作。

歼击机飞行员，也有特殊的服装，根据飞行高度的不同，穿的服装也不同。高度在 12000 米以下，穿的保护服叫“抗荷服”。高度在 12000～18000 米，穿的保护服叫“代偿服”。

这是什么道理呢？

我们知道，飞机在空中作曲线运动时，飞行员要受到一个惯性力和惯性离心力的作用。譬如：飞机由俯冲拉起时，飞行员就受到一个惯性离心力的作用，被压向座椅，这时人的重量好象是增加了，这种感觉叫做“超重”；反之，飞机由平飞突然俯冲，在惯性力的作用下，会使飞行员有点飘起来的感觉，这时人体向上冲向座舱盖。前者在航空医学上称之为正过荷，后者为负过荷。

飞机在空战或作特技飞行的时候，飞行员会受到各种方向过荷的作用。但对歼击机来说，经常出现的和对人体影响比较大的是正过荷。在正过荷的作用下，飞行员会感到身体被压向座椅，手脚沉重，体内器官发生不同程度的向下移位和变形，血液大量流向下身，会使人体内血液正常供应

失调，大脑供血量不足，视网膜缺血会引起视力模糊或视野缩小，严重时会两眼发黑，看不见东西，甚至昏迷。

飞行员穿上抗荷服，就是为了防止血液向下转移，提高人体抗过荷的能力。抗荷服是由腹部、大腿、小腿五个串通的气囊组成的，样子很象一条套裤，因此也叫“抗荷裤”。当飞行员受到过荷时，在惯性力的作用下，从发动机来的增压空气，经过抗荷压力调节器，自动充入抗荷服的五个气囊，对腹部和下肢施加压力，压迫腹部的内脏器官和下肢的肌肉血管，一方面防止体内器官变形和位移，另方面防止大量血液向下流去，有利下身血液回流，改善头部血液供应，从而提高了对过荷的耐力。

抗荷服虽然能解决抗过荷的问题，但并不能解决高空缺氧的问题。随着飞机越飞越高，高空大气压力越来越低，氧气分压越来越小。在14000米的高度上，大气中所含的氧气压力约只有海平面的七分之一，50秒钟，人就会昏迷过去。因此，在12000米以上的高空飞行时，必须使吸入纯氧的压力，高于外界的大气压力，这样能提高肺泡内的氧分压，飞行员就不致昏迷。为了给飞行员在高空飞行创造必要的安全条件，除了抗荷服以外，又创制了另一种高空的保护服。把它与抗荷服合在一起，既能消除过荷时对飞行员的影响，又能克服高空低压缺氧对飞行员的危害，这种服装叫“代偿服”。它是由连身服、拉力管和抗荷气囊三

部分组成。这种保护服比抗荷服的作用就更好了。一旦飞机座舱破坏，飞行员突然暴露在高空极低的大气压力环境中时，供氧系统立即自动提高吸入氧气的压力，使吸入氧气的压力接近于海平面氧分压的水平，这种供氧的方法叫"加压供氧"。供氧时，氧气一方面流向面罩，给飞行员加压供氧；另一方面也同时流入代偿服的拉力装置，使其膨胀变粗，拉紧系带，使连身服绷得紧紧的，对人体表面造成压力，以对抗因加压供氧时，胸腔内所高出的压力，使人体内外的压力处于平衡状态，防止胸腔扩张、呼吸困难、肢体肿胀等高空症状，维持人的正常呼吸，使飞行员在高空也能够保持一定的战斗力和必要的安全条件，从而精力集中，全力以赴地打击敌人。



代偿服的抗荷装置与抗荷服的作用相同，穿了代偿服就不用再穿抗荷服。代偿服的构造比较特殊，人穿着比较费事、费时，尤其在夏天穿着很不舒服，因此，只在需要高空防护时才穿它。

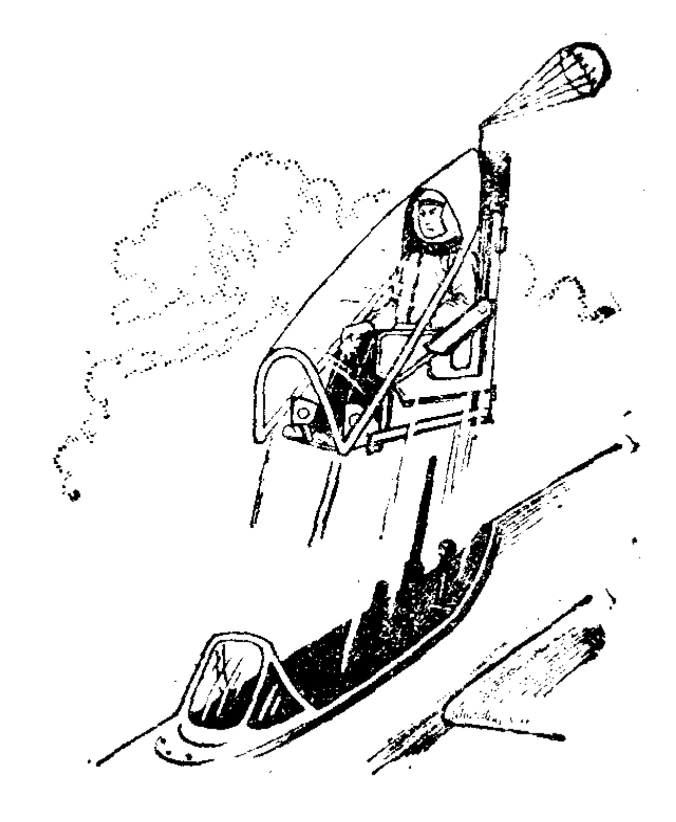
为什么高速飞机上有弹射跳伞装置?

当你看到一架喷气式飞机迅速划过晴空，这时你可曾想到飞机上成千上万个零件正在紧张、繁忙工作哩。也许有人会问：飞机上这么多零件，万一在空中出了毛病，能不能象汽车一样停下来修一下呢?

飞机在空中出了毛病，是不能象汽车在地面那样随时停下来修理的。在大型客机和运输机上，通常都载有修理飞机的专门人员，飞机在空中出了毛病，他们可及时进行力所能及的修理。可是，在一些战斗机、轰炸机上就没有修理飞机的专门人员了。一旦在空战中飞机严重受伤，只要还能操纵，我们的飞行员总是千方百计地把自己的战鹰驾驶回来，在地面进行修理。

如果飞机在空中操纵失灵，确实无法挽救时，飞行员只能被迫跳伞了。一般在飞行速度不大的飞机上被迫跳伞时，飞行员可以自己从座舱一侧爬出，离开飞机；如果操纵系统完好，有时飞行员也可以将飞机倒飞，把自己从座舱里"倒"出来，再打开降落伞安全着陆。这种方法从第一次世界大战以来，一直沿用了几十年。随着航空技术的发展，特别是喷气式飞机的出现，飞机的速度有了很快的增长，目前歼击机的速度多数在每小时 1000 公里以上，有的达到音速的几

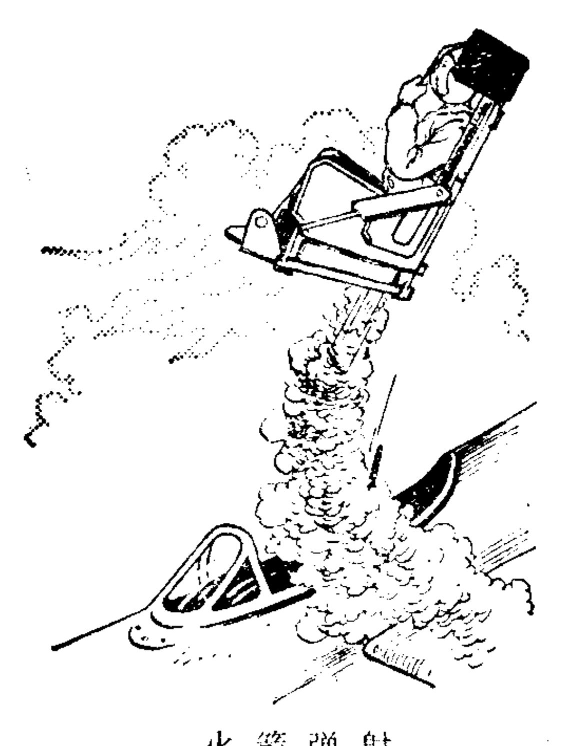
倍，这种飞机失去操纵时，由于高速飞行中，空气阻力很大，飞行人员自己就无法爬出座舱。实践证明，当飞机速度每小时400公里时，飞行员从座舱内伸出半个身体，将受到250公斤的空气阻力，光是头部就要受到50公斤的压力，这么大的压力，人是吃不消的。即使飞行人员花了九牛二虎之力，勉强离开座舱，也可能在气流的作用下，与飞机的某些部位相撞，造成伤亡。为了解决高速飞机的应急救生，人们通过大量实践，采用了弹射跳伞救生装置（即弹射座椅），可保证飞行员安全脱离飞机。目前采用的弹射装置，有弹道弹射和火箭弹射两种。



弹道弹射

弹道弹射，就是在飞行员座椅的背面，设一个弹射筒，筒内装有弹射弹。一旦飞机无法挽救，飞行员可操纵弹射系统，使弹射弹触发点燃，产生高压燃气，利用这股力量把座椅和人一起弹离飞机，接着飞行员和座椅自动脱离，降落伞自动张开，然后缓慢着陆。

弹道弹射的出现，初步解决了高速飞机上应急离机的问题。但在使用过程中，遇到飞行高度很低飞机失去操纵


火箭弹射

时，往往飞行员弹射离机后，由于降落伞没有来得及打开就已落地，造成飞行员伤亡。火箭弹射座椅的研究成功，较好地解决了低空安全弹射跳伞的问题。

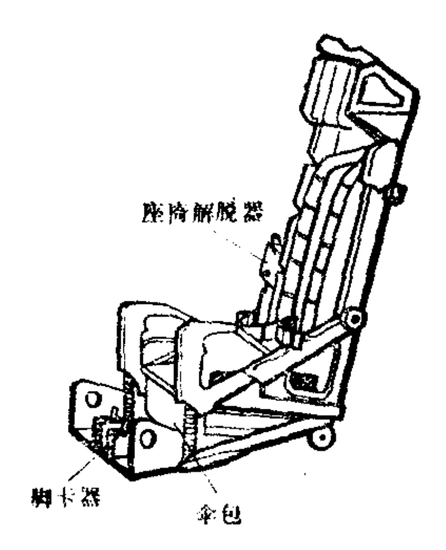
火箭弹射，是用火箭作动力的弹射装置。它是在普通弹道弹射的基础上，装有火箭推进器，在座椅弹离的那一瞬间，火箭推进器就开始工作，使座椅弹得更高些，获得保证开伞的高度，这就较好地解决了飞机低空救生问题。由于飞机速度不断地提高，数倍于音速飞机的出现，在应急救生方面又提出了新的问题，目前有的超音速飞机已采用密闭弹射座舱，分离救生舱等新的救生装置，以适应航空技术日益发展的需要。

为什么飞行员跳伞后，降落伞能自动打开？

弹射跳伞救生装置，既能帮助飞行员安全离开飞机，又能安全落地。你可知道，飞行员和座椅被弹射出飞机以后，是怎样安全降落的？

为了弄清这个问题，先要知道被弹射出的座椅，是由哪些东西组成的：座椅的下端有个大伞舱，里面装着降落伞，

飞行员穿好伞背带后，坐在伞包上。座椅上也有几条安全带，用一把锁锁在一起，使飞行员在平时的飞行中能安稳地坐在椅子上。座椅安全带的作用不仅如此，在弹射跳伞时，它还能保证飞行员和座椅一块飞出，到达安全的高度。为了防止两腿被迎面的气流吹开扭伤，还有两个“脚卡器”把脚卡在座椅上。你看，弹射时的飞行员，真象是被“束缚”在座椅上似的。



为了让飞行员能够从被“束缚”的状态中迅速解脱出来，在座椅边上装了个座椅解脱器。别看它个子小，起的作用却很关键，当座椅离开飞机的一瞬间，它靠钩在座舱内的一根绳子的拉动，就开始工作了。过了一段时间(一般是 1.5 秒)，座椅离开飞机很远了，它就自动把座椅安全带锁和脚卡器迅速打开，于是飞行员立即被“解脱”，人和座椅自动分开。在伞包里还装有一个自动开伞器。当人带着伞包刚和



座椅分离时，它又靠钩在座椅上的一根绳子的拉动而工作，再过一小段时间，当人和座椅离开到安全距离以外，它才把伞包自动打开，防止降落伞挂在座椅上。自动开伞器还有个特殊的作用，它能够控制开伞的高度，这是由里面装着的真空膜盒，通过感受空气压力的变化来自动控制的。可以根据作战空域下边的地形情况来选择打开的高度。比如下边是平原，仅有不高的山，那么开伞的高度就可以预先定在500米上。这样，即使飞行员在高空跳伞，伞包也不会马上打开，让飞行员迅速脱离低温、低压和缺氧等不利于生存的高空环境，同时，还可以避免在空中的时间过长，而遭到敌人的袭击。

伞包一旦被打开，巨大的降落伞在气流的作用下徐徐张开，飞行员就可以安全降落了。所以，即使飞行员受伤，甚至昏迷，也能够安全着陆。

万一有一个自动装置失灵了怎么办？没关系，在弹射座椅上，还设有一套飞行员自己解脱和开伞的装置。有了这两套装置配合使用，就能有效地保存自己。这里所说的只是一般弹跳救生过程，随着科学的发展，我国已出现了更先进的弹跳救生装置。新事物是层出不穷的，弹跳救生过程也将会更加完善、更加可靠。

当飞行员需要什么样的身体？

英雄的人民飞行员，驾驶着矫健的雄鹰，在祖国的蓝天飞翔。他们日日夜夜保卫着祖国的领空，为社会主义革命和社会主义建设作出了贡献。



很多青少年都非常向往，当上一名人民的飞行员，该多好啊！当飞行员，除了要具备一定的政治条件以外，还需要一个适合飞行的强壮身体。

飞行员首先要有灵活的大脑和强健的神经系统，这样才能在复杂的飞行条件下，协调全身系统的机能，及时正确地综合、分析和处理飞行中遇到的各种情况。

飞行和地面的一般活动可不一样，飞机的运动速度很快，眼前的景物迅速地变化。比如，两架速度都是以 2 倍音速的飞机相对飞行，一方在相距 5 公里时发现对方，那么，只要 4 秒钟两机就会相遇。从发现飞机到采取行动的反应时间需要 2～3 秒钟，实际上操纵飞机的时间只有 1 秒多

钟！如果能在更远的距离上发现飞机，就可以有更多的时间操纵飞机。因此，良好的视力，是当飞行员的重要条件。

空战中，飞机在空间要做猛烈的特技飞行动作，如翻斤斗、横滚、倒飞、拉升、俯冲等。当急速拉升时，由于血液在惯性力的作用下流向下肢，会使头部缺氧。头部缺氧，眼睛会发生灰视和黑视而看不见东西；如果是在夜间飞行，视力会下降得更快。大脑皮层细胞对缺氧最敏感，人一缺氧，记忆力、注意力和判断力都会减退，各种反应也迟钝起来，严重时还会丧失意识。心脏担当着给全身输送血液和氧气的功能。在缺氧时，心脏就要通过增加工作量来弥补，这时心跳加快加剧，给心脏负担加重。因此心脏不健康的，不适宜当飞行员。缺氧时，呼吸系统的负担也要加重，呼吸会加深加快，因而也要有健康的呼吸机能。高空的低气压会使正常人肠胃中的气体膨胀，不仅影响呼吸，还会引起腹痛，因此肠胃功能不良的人，也不适宜做飞行员。

内耳里的前庭器官，可帮助飞行员判断飞行姿态。鼻腔或副鼻窦，能提高飞行员对空气温度的适应能力。肝脏和脾脏，能保证飞行员有足够的体力和耐力。其他各个器官、肌肉和皮肤等的健康，对于飞行员都有重要的作用。

另外，由于飞机座舱尺寸的限制，对飞行员的体长也有特别的要求。个子太矮，对外界的观察有困难；个子太高，头会碰到座舱盖。因为飞机的方向舵是用脚蹬舵来操纵的，

飞行时，飞行员被背带固定在座椅上，如果腿太短，蹬舵就蹬不到底，飞机也就不能发挥出它应有的战斗性能。所以当飞行员，对身体的要求比较全面、严格，要能适应高空环境、飞行状态和飞机条件。

青少年处在成长发育时期，平时应该怎样来锻炼身体呢？

平时，可积极地参加各种体育活动，如做体操、打球、跑步、爬山、游泳等。如果能够坚持百米短跑、爬山或长跑，能够提高心脏的功能。没有经过锻炼的人，心脏每分钟只能输出 3.5～5.5 升血液，在剧烈运动时，心跳每分钟不超过 200 次，容易发生面色苍白、恶心等现象。经过锻炼的人，在



剧烈运动时心跳可达到260次，每分钟可输出血液20～40升，这样就能很好地改善飞行中缺氧的现象。各种球类、单杠、双杠和划船等活动，可使胸廓发达，提高肺活量，使每次吸入更多的氧气。大劳动量的锻炼，也可以提高身体在短时间里的急速供氧能力。经常进行“仰卧起坐”或“仰卧抬腿”活动，可以使腹壁肌肉发达，这样，呼吸就更有力量。打乒乓球或羽毛球，能锻炼四肢的灵活性，还可以提高空间视觉和身体的反应能力。游泳、跳水、滑冰、吊环、鞍马、秋千、浪木、翻斤斗，可以提高前庭器官的平衡功能。总之，有什么器具就锻炼什么，没有条件，也可因陋就简地创造条件，或者做徒手体操、广播体操等也很有益。

除了要积极地锻炼身体以外，还应养成良好的卫生习惯，注意预防感冒、肝炎等传染病，让各器官都能正常发育。比如，养成用鼻呼吸的习惯，不要随意抠挖鼻孔。经常用冷水洗脸或擦身，参加各种户外活动和冬季游泳。不要在很强和很弱的光线下看书，看书时，眼睛与书本保持1市尺的距离，并注意适当的休息。坐立的姿势要端正，不要弯腰驼背，以免影响胸肺的正常发育。更不能吸烟，以免降低气管或肺部的抗病能力。

健康的身体，是当飞行员的重要条件，广大青少年平时要加紧锻炼，将来才能成为祖国人民飞行员的后备力量。

为什么飞行人员不宜空腹或饱腹飞行？

人体的消化系统，好象一座联合化学加工厂。食物进入口腔经过牙齿咀嚼后，经食道送到胃里，再到小肠。食物经过唾液、胃液、胰液、胆汁和小肠液中各种酶的化学作用，把脂肪变成脂肪酸和甘油；把蛋白质变成各种氨基酸；把淀粉变成葡萄糖；然后，由肠壁吸收，送进血液，再输送到全身各个组织，供人体利用。

被吸收到血液中的葡萄糖，人们称它为"血糖"。正常人体的血糖，都保持一定的水平（一般100毫升血液中，含80～120毫克葡萄糖），供人体代谢的需要。如果人体不能及时进食，就得动用肝脏里贮存的血糖，要是继续得不到补充，血糖就不能维持在正常水平，而出现全身无力，出虚汗，脸色发白，心慌等"低血糖"症状。飞行人员在飞行中出现低血糖时，还会造成大脑工作能力降低。因为大脑皮层和其他神经细胞，主要是靠血糖来不断补充养分才能工作。严重缺乏血糖，会导致飞行人员在空中产生昏迷。因此，空腹飞行，不仅影响飞行人员的健康，更重要的是威胁飞行人员的安全。

一般来说，进餐后经过四、五小时就是空腹，在这时飞行就可能造成低血糖，所以空腹飞行是不允许的。如特殊

情况需要立即飞行，也要吃些糕点、糖水，以维持血糖的正常。

另外，空腹飞行还会破坏胃肠工作的规律性，天长日久，必然造成胃肠的机能降低。

空腹不宜飞行，为什么饱腹也不宜飞行呢？

血液循环是人体的重要生理机能，它担负着输送氧气和养料到人体各部，并将各部位产生的废物带到排泄器官排泄出去的任务。由于人体血液的流量是有一定的，它在大脑的调节下，较多地流向人体最需要的地方，当食物进入胃肠时，血液就大量地流向胃肠，帮助食物的消化，势必造成人体其他部位（包括大脑）供血量减少；如果是饭后，特别是饱餐后马上飞行，就会产生大脑和身体其他部位与胃肠对血液需求的矛盾。这时飞行，一方面飞行人员容易疲劳，空中反应变慢，工作能力降低，会产生错忘动作；另一方面因供给胃肠的血液不足，也影响食物的消化。

此外，战斗机做特技飞行时（如盘旋、俯冲等），飞机上产生一种很强的加速度负荷（惯性离心力），能使飞行员体内的组织器官变形移位。如果飞行员在飞行前吃得太饱，胃肠中食物的体积太大，在加速度作用下对胃肠的刺激更大，可引起腹部不适、腹痛等症状。高空飞行时，胃肠内过多的食物所产生的气体也会引起肚子痛、呕吐等现象，这些都影响飞行任务的完成。可见饭后立即飞行，也是不适宜的。

除了敌机入侵或抢险救灾等紧急任务，必须立即起飞以外，一般应在饭后一小时再飞行比较合适。

为什么高空飞行前，飞行人员不能吃产气多的食物？

一般豆类食物含蛋白质较多，有各种氨基酸，是人体不可缺少的营养素。但有的人吃了炒蚕豆、油炸黄豆之类的食物，不易消化；特别是高空飞行时，更容易发生胃肠胀气。

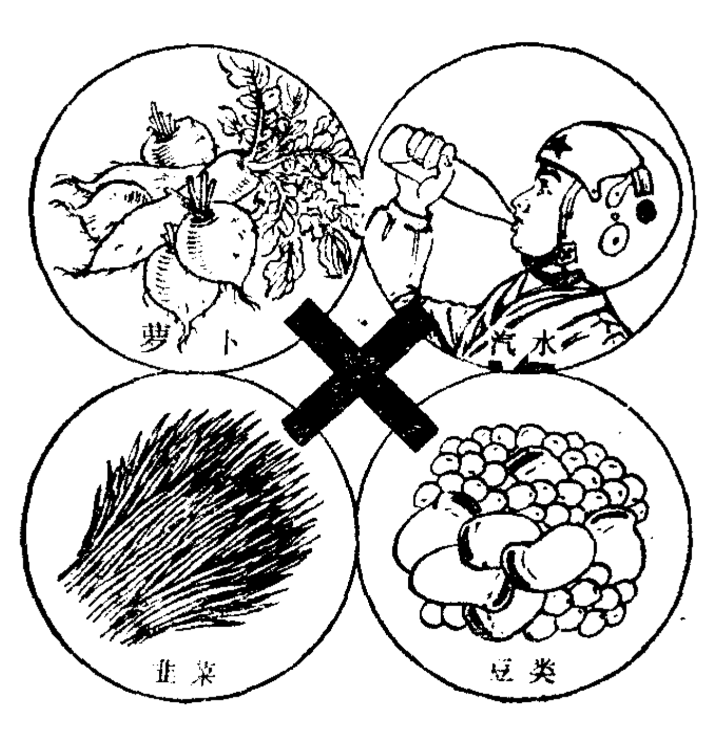
高空胃肠胀气是怎么回事呢？

高空胃肠胀气，是由于飞行高度越来越高，大气压力越来越低，胃肠道内气体迅速膨胀，使胃肠道管壁受到扩张刺激而引起的一系列症状。

在通常情况下，人体胃肠道内总是有一定数量的空气，再加上平时吃了一些不易消化的食物，食物的残渣在肠内受细菌作用而发酵或腐败产生了气体。当温度保持一定时，气体的体积与其所受到的压力成反比。压力高，气体被压缩，体积小；反之，压力低，气体就膨胀，体积变大。胃肠道内气体体积的变化也是如此。胃肠内所含气体的多少，在膨胀倍数相同时，对人体的影响不一样，例如，气体由1000毫升膨胀为2000毫升，和由2000毫升膨胀为4000毫升，虽然都是膨胀2倍，但前者是增加1000毫升，后者是增加

2000毫升，因此人体内气体越多，影响就越大。根据计算，在没有密封座舱的情况下，由海平面上升到10000米时，人体胃肠道内气体体积可膨胀3.8倍，上升到18000米时，竟会膨胀11倍。

现代高空飞行的飞机，都采用密封座舱，使座舱内保持一定的大气压力。不论飞行高度多高，舱内如能保持海平面的大气压力是最理想的。不过，座舱内的压力既要满足飞行人员生理上的需要，又要保证在急速减压时对人体不造成危害，同时还要不影响飞机的性能。因此，密封座舱在高空所保持的压力，都低于海平面的大气压力。一般战斗机密封座舱内外的最大压力差在0.3～0.4公斤/厘米^2，比海平面的压力还是低得多。因此吃了不易消化易产气的食物，仍有可能导致胃肠胀气，膨胀的气体会使膈肌上升，压迫心脏，而影响血液循环，使静脉血液不能顺利流回心脏；压迫肺部使肺活量减少，严重的会造成呼吸困难，难以继续驾驶战鹰完成作战、训练任务。所以飞行人员必须



遵守饮食制度，严格控制饮食。高空飞行时应做到：进餐不可太快，以减少吞咽的气体；飞行前的主餐，甚至前一天的晚餐，不应吃韭菜、萝卜、豆类等不易消化易产气的食物；禁止饮用汽水、啤酒等产气的饮料，避免发生高空胀气的症状，确保飞行安全。

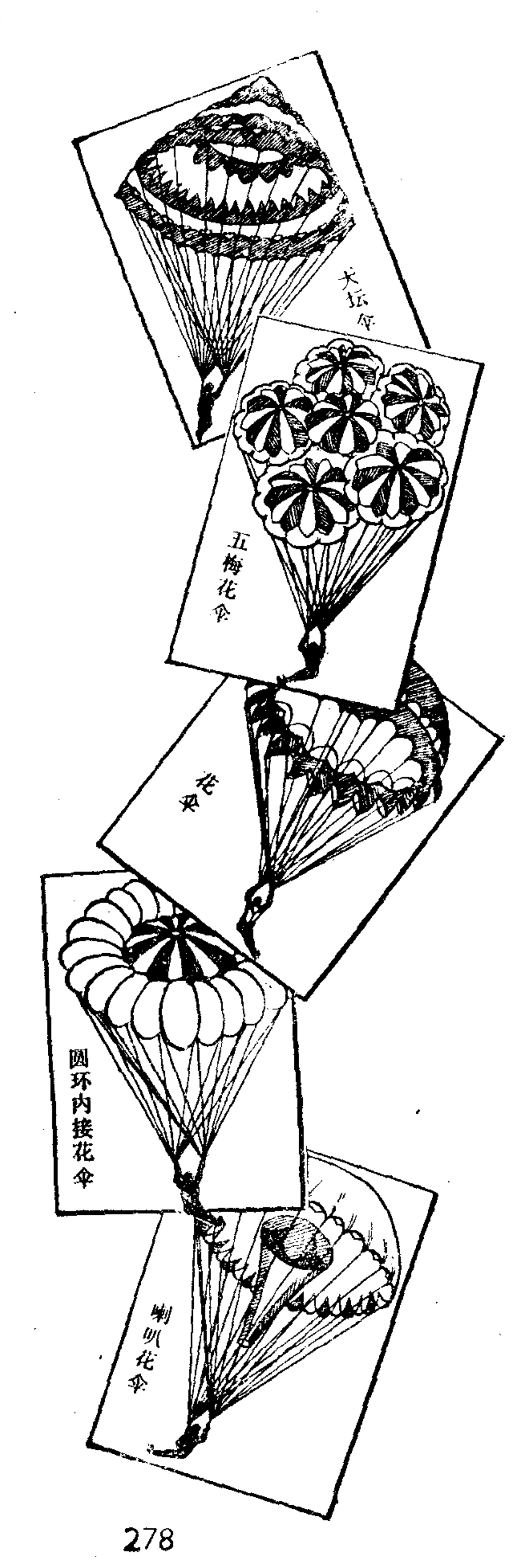
为什么有各式各样的降落伞？

你观看过跳伞表演吗？五彩缤纷的表演伞，在空中开伞后，形成各种美观雄伟的图案，色彩绚丽夺目。天坛伞（开伞后形如北京天坛）、五梅花伞（形状如盛开的红梅）、葵花伞（形状如葵花向阳）、圆环伞（形状如滚滚车轮划空而行）和喇叭花伞（形如扶摇向上的牵牛花），象朵朵鲜花在祖国碧空蓝天同时盛开，象征着我国社会主义革命和建设事业如烂漫山花，欣欣向荣。

降落伞作为一种稳定减速装置，在保卫祖国和社会主义建设中，已经越来越多地应用在各个方面，成为一种具有广阔前途的航空工具。

现代降落伞的种类很多，按其用途通常分为人用伞、投物伞和专用伞。

人用伞主要是空降兵、飞行人员、跳伞运动员和专业人员使用的降落伞，如伞兵伞、救生伞和运动伞等。



伞兵伞，是空降兵部队执行空降作战任务的重要装备。这种伞的主要特点是：重量轻，体积小，好操纵，下降稳定，开伞冲击力和着陆冲击力小。

救生伞，是航空兵部队重要的救生装备，它是在飞机失事时，保证飞行人员生命安全时使用的。这种伞的主要特点是：重量轻，体积小，强度大，有较好的高空、低空开伞性能，下降稳定，能携带供氧设备和海上救生设备。

运动伞，这是专为跳伞运动员设计的一种降落伞。它的主要特点是：具有较小的下降速度，较大的水平速度，操纵灵活，下降稳定，重量轻，体积小，配带贴身，便于跳伞员在自由坠落中做特

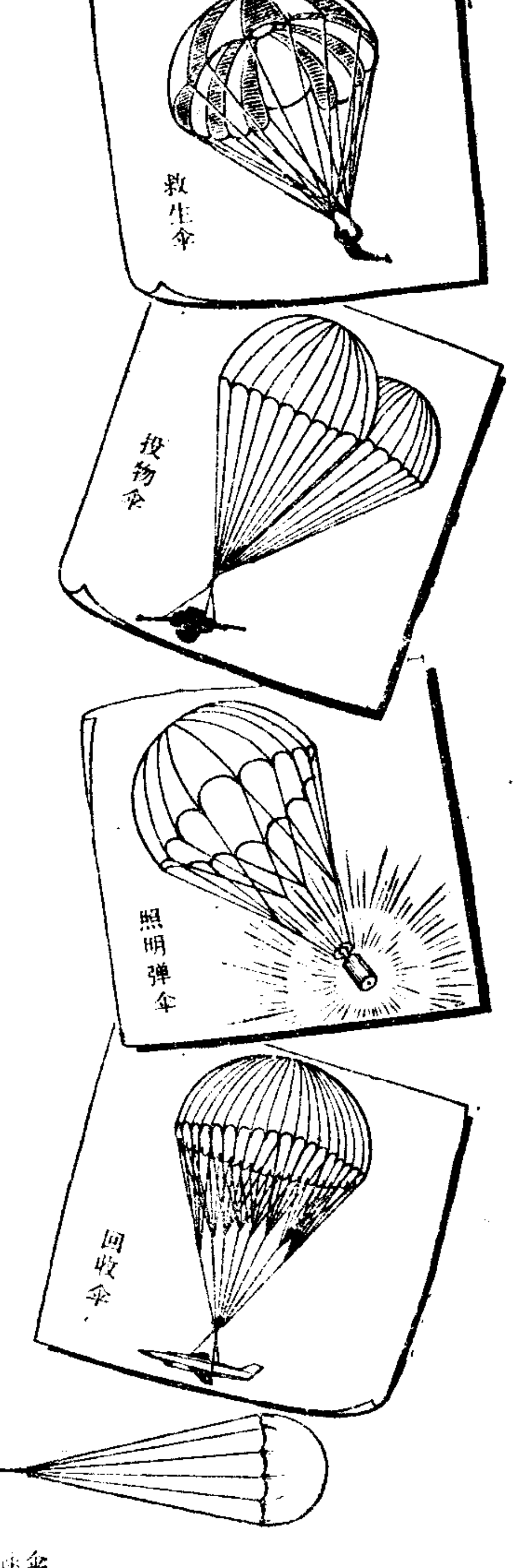
技动作。

备分伞，是在主伞不开或张开不正常的情况下使用的。这种伞要求在开伞时伞衣充气要快，不应与主伞缠绕。

投物伞是空投物资的降落伞。这类降落伞应用范围广泛。空投是军队作战时输送武器装备和物资、器材的一种手段。在社会主义建设中，也常用空投物资支援边远和交通不便的地区，以及抢险救灾。

专用伞有照明弹伞、布雷伞、回收人造卫星、火箭和无人驾驶飞机的回收伞，以及飞机着陆减速用的减速伞等。

因为各类降落伞都有不同的用途，所以它们反映在外观上也各不相同。

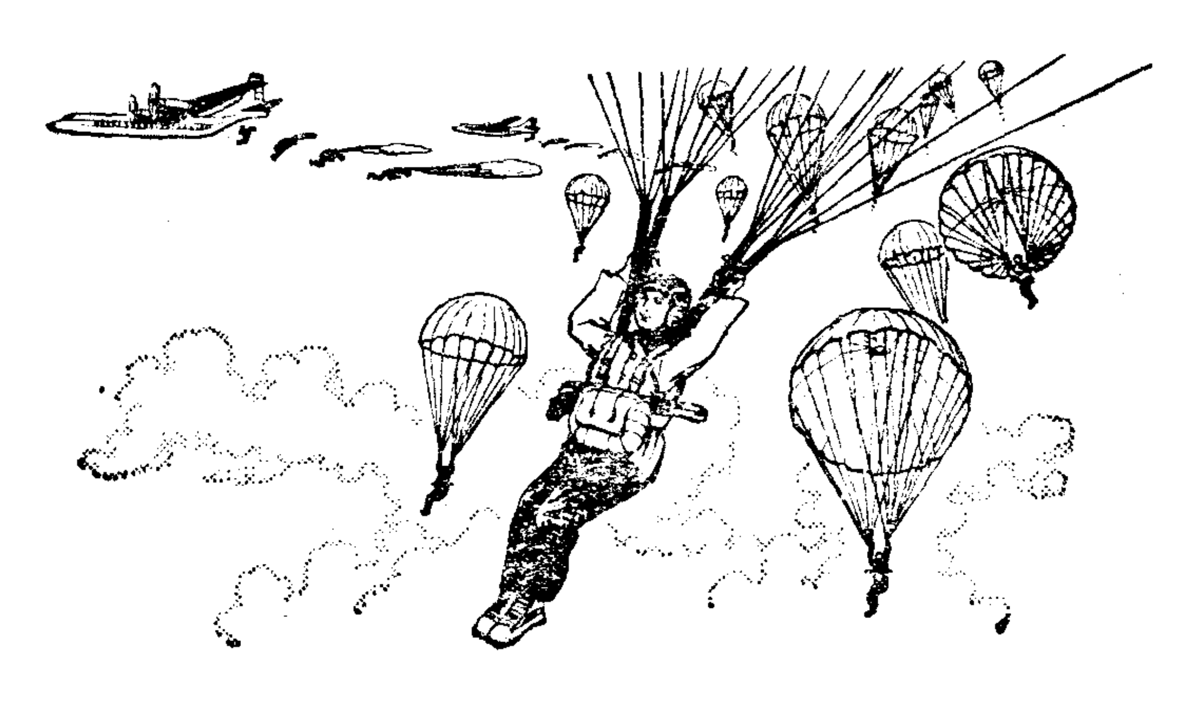


减速伞

为什么称空降兵是"飞行步兵"?

现代战争中,汽车、摩托车、装甲运输车等机械化装备,虽然机动性能大,但遇到地面障碍,还是难以通行,而且也不易达到奇袭的目的。那么,让步兵"飞"起来,突然杀到敌人那里去不就更好吗?是的,现代空降兵就是会"飞"起来的步兵。

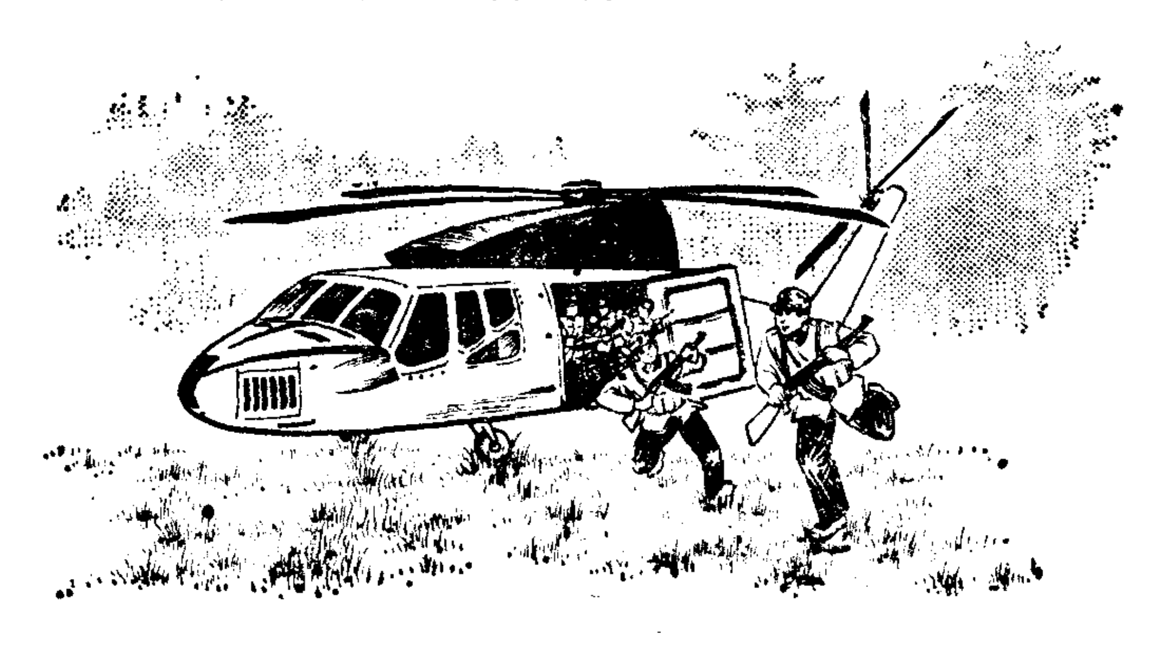
空降兵是依靠飞机输送,以空降方式投入战斗的部队。它和步兵使用的武器装备是一样的,同样在陆地上作战,可它比步兵多一"手",能在空中快速机动,进行远程奔袭,机动时能超越地面障碍,不受山岳河川等自然条件的限制,也不受原子袭击后地面沾染的影响,象人们过去想象的"神



兵”一样，突然从天上降下来，打得敌人措手不及，出奇制胜，所以被称为“飞行步兵”。

由于“飞行步兵”具有这些特点，打仗时常被用来夺取、扼守敌方防御纵深内的重要目标和地区，配合正面部队围歼敌人；破坏敌方指挥机构、导弹核武器设施和后方供应；支援敌后的部队、游击队和民兵作战。你看，“飞行步兵”的作用大着哩。

“飞行步兵”是怎样空降的呢？是用降落伞空降的吗？不错，这种空降方式，叫做伞降。还有一种是用运输机或直升飞机，把部队和重型的武器装备直接运送并降落到预先有准备的场地上去。这种方式叫做机降。伞降和机降也可以结合进行，一般是先伞降后机降。不论伞降或机降，都必须采取各种方法荫蔽地行动，尽量缩短空降的时限，以保证空降作战的最大突然性。空降兵降到地面后，迅速地集结，整

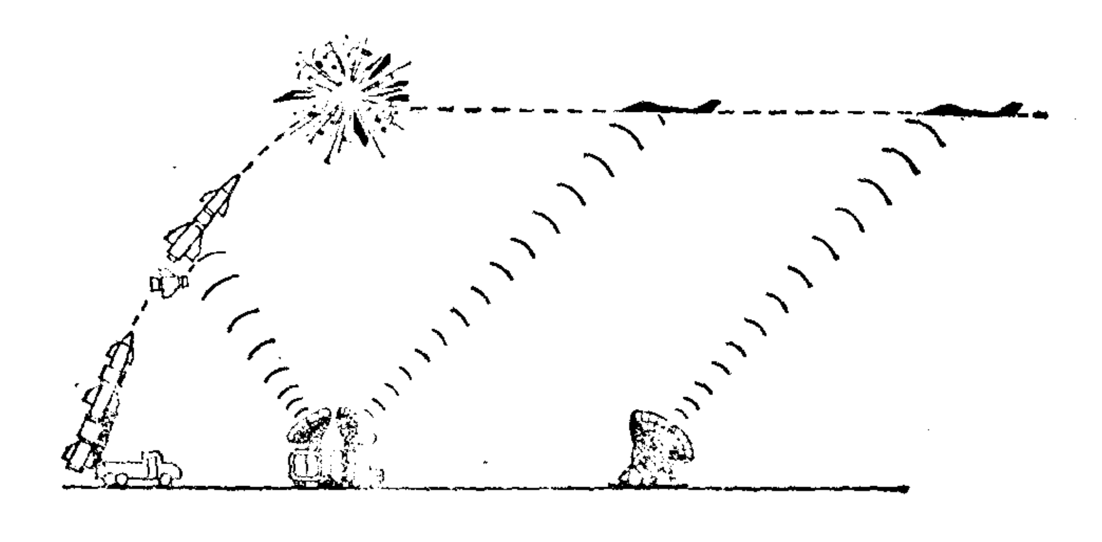


理好武器装备，就可以按预定的方案投入战斗了。

空降兵也有自己的弱点。例如，空降时受一定气象条件的影响；伞降着陆时，人员分散，集结和有组织地投入战斗，需要一定的时间；机降时，对场地的依赖较大，易受对方火力威胁，后续补给困难等等。

什么是导弹？

导弹是一种会寻找目标的飞行武器。说到会飞的武器，我们很容易想到炮弹，但是炮弹本身没有动力，它的飞行要靠火炮发射。人们早想在炮弹上装上发动机，使它具有飞向远方打击敌人的本领。通过反复的实践，人们先是发明了火箭弹。火箭弹的发射是在滑轨或发射筒上进行的，发射后，靠着火箭发动机的推力增速，然后是惯性飞行。如果这时目标位置发生变化，或因其他因素使弹道产生偏



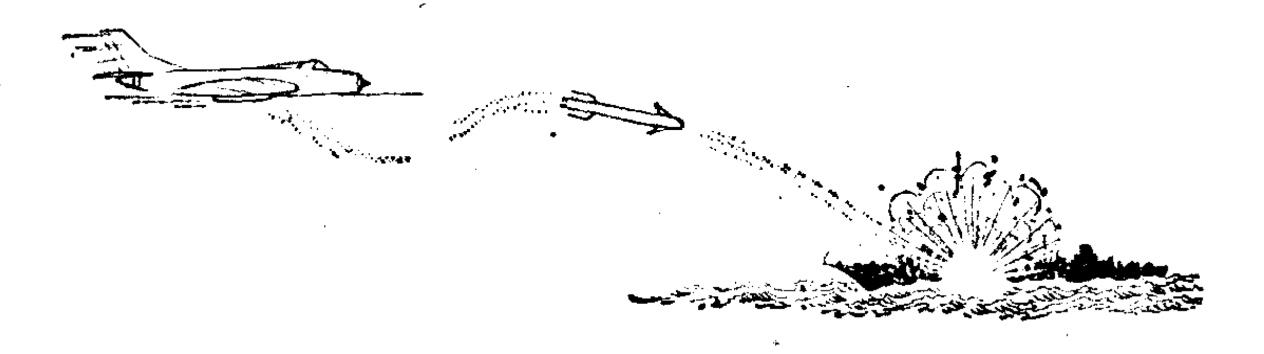
差，火箭弹就会“扑空”。为了克服这一缺点，人们进一步设想在火箭弹离开滑轨或发射筒后，还能控制它的飞行航向，并能及时转弯、爬高或俯冲去追踪目标。这种跟踪式的控制，叫做“制导”。根据这个设想，人们研制出了导弹。导弹就象是长了“眼睛”的炮弹，它既可以飞向远方，又可以寻找和跟踪目标。如果目标进行机动，企图躲过打击时，导弹也能在一定范围内修正航向，直到击中或越过目标。

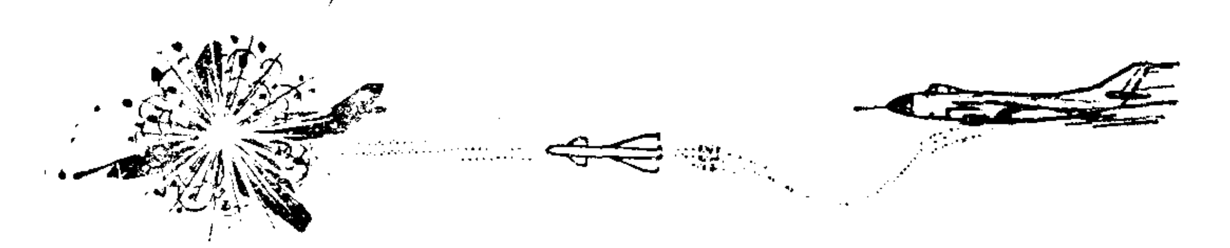
导弹是第二次世界大战中出现的新武器，发展很快，30多年来，出现的导弹有几百种之多。

不论那一种导弹，一般都有战斗部、制导系统、发动机和弹体四部分组成。战斗部是直接实现战斗目的部分，制导系统的任务是控制导弹准确地击中目标，发动机是给导弹飞行动力的机器，弹体是为完成总任务（即准确地摧毁目标），把上面三部分组成一个统一的符合要求的整体。

按发射点与目标点的不同，可分为地对地、地对空、空对地、空对空、舰对舰、舰对空等导弹。

按照作战使用的目的不同，又可分为战略导弹和战术





导弹两大类。战术导弹如空空导弹、反坦克导弹等；战略导弹又可细分为中程导弹、洲际导弹等。

导弹的用途主要是军事性的，也就是说当作武器来使用；但是也有部分导弹是用来执行某些特殊科学任务的。

什么是洲际导弹？

当炮弹从火炮身管内被弹射出来以后，炮弹头就具有一定的初速度和仰角。这时炮弹头在初速度作用下克服重力加速度和空气阻力向前运动，它运动的轨迹，就是炮弹头的弹道。所谓弹道导弹，就是根据这样的道理命名的。当导弹在发动机推力作用下飞行时，我们说这时导弹作主动飞行；当导弹飞到一定的高度、具有一定的速度和飞行姿态时，发动机熄火并脱落，我们就说导弹作被动飞行。导弹在被动飞行过程中同炮弹一样，凭借已获得的速度、高度和迎角（即飞行姿态）向目标飞去。采取这种方式飞行的导弹，叫做弹道导弹。

弹道导弹，按射程可分：近程（1000 公里以下）、中程（1000～5000 公里）和远程（5000～10000 公里）三种。射程在 10000 公里以上的，叫做洲际弹道导弹。这种分法不是

很严格的，只是一个约数。“洲际”的意思，是说导弹可以从这一洲发射到另一洲的任何一个目标，因此，洲际弹道导弹，也可说成是能够向全球任何一个目标发射的弹道导弹。

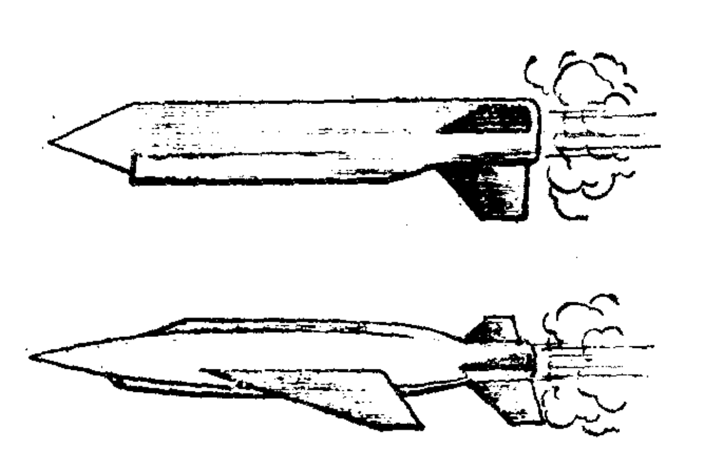
洲际弹道导弹是一种战略进攻武器，它所要攻击的目标主要是敌方的战略要地。它的弹头威力比较大，都是核弹头。为了尽可能减轻起飞重量，弹头还应尽可能地小型化。为提高命中率和防止拦截，往往做成多弹头的。

洲际弹道导弹射程很远，需尽可能地减少重力场和气动阻力造成的损失。导弹要在空气极度稀薄的高空飞行，这就要求导弹动力装置的推力要大，推进剂的能量要高，只有火箭发动机才能胜任，而且需要多级（2～3级）发动机。

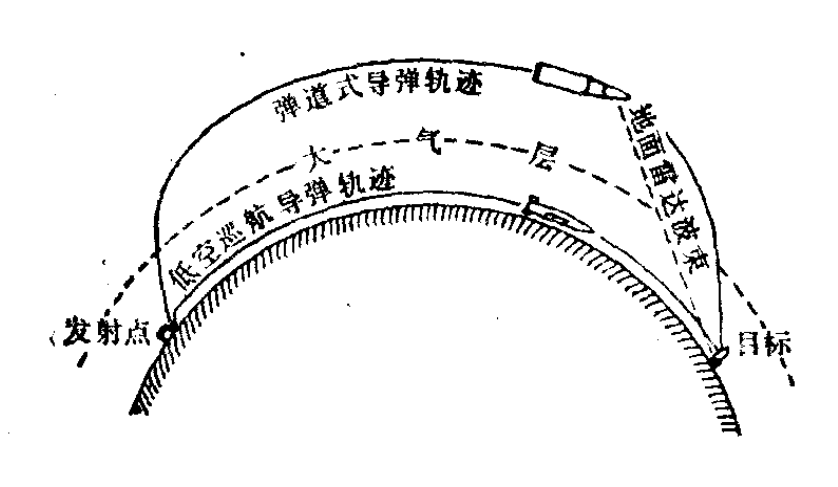
洲际弹道导弹的性能一定要十分可靠，命中精度必须很高，所以对制导和控制装置都提出了很高的要求。而且要考虑地球自转的影响。

洲际弹道导弹主要是在空气极度稀薄的高空飞行，几乎没有空气的摩擦问题。但是，当导弹弹头接近目标时，弹头就要“再入”大气层（原来导弹起飞时，从地面穿过大气层进入高空，现在弹头从高空飞向目标要再次穿过大气层，所以叫“再入”）。这时弹头速度很大，在穿过大气层时会跟空气摩擦，产生几千度的高温。为了防止弹头在这种情况下烧毁，必须对弹头采取热防护措施。

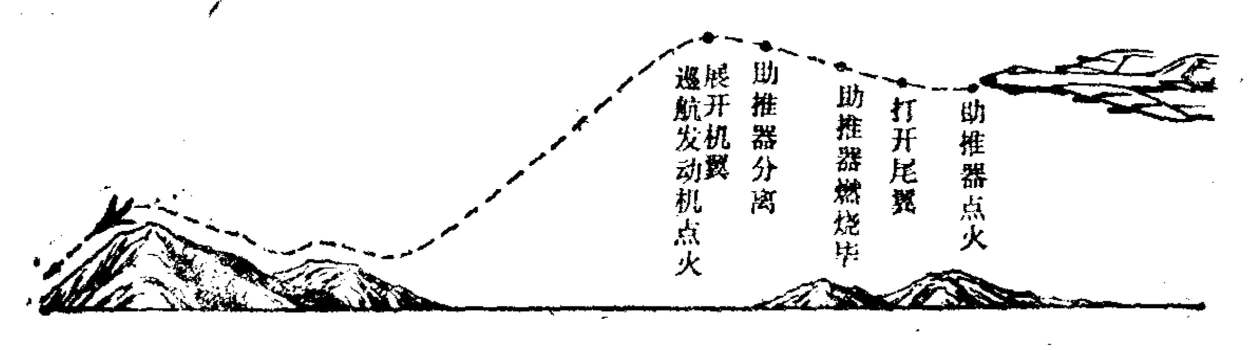
什么是巡航导弹？



巡航导弹，实际上就是装有普通弹头或核弹头的，一种超低空飞行的小型无人驾驶飞机。因为它发射以后，象飞机一样靠发动机为动力，靠弹翼飞行，所以叫它做“巡航导弹”。通常巡航导弹都采用涡轮喷气发动机作为动力装置。



巡航导弹一般是从飞机或潜艇上用助推器发射的，发射后先打开尾翼，在助推器脱落后，发动机点火，同时打开机翼飞行，用地形匹配制导的方式飞向



目标。

巡航导弹几乎是贴着地面飞行的，从发动机辐射出来的红外线很少，敌方的雷达网很难发现它。即使导弹以亚音速飞行，也很少有被击落的危险。这种巡航导弹比起弹道导弹来成本低廉得多，因此可以用来辅助远程或洲际弹道导弹，攻击敌方的导弹基地或其他军事目标。作为空中发射的巡航导弹，还可部分代替远程轰炸机的作用，在远离敌国以外的地方，发射巡航导弹进行攻击，飞机不必飞进敌国的领空。

目前巡航导弹还只能作亚音速飞行，由于速度较低，射程较近，它的使用也受到一定的限制。

为什么反弹道导弹能摧毁洲际导弹？

在武器的发展史上，"矛"和"盾"都是在互相促进中产生和发展起来的。古代人使用大刀、长矛、弓箭等武器作战，就有"盾"、"盔甲"之类的东西来防护。今天的武器，机关枪、远射程炮、轰炸机、毒气等，都是矛的发展；钢盔、水泥工事、防空掩蔽部、防毒面具，都是盾的发展。二十世纪五十年代出现了洲际导弹，接着人们研究了对付它的办法，反弹道导弹就是用来摧毁洲际导弹的。

为什么反弹道导弹能摧毁洲际导弹呢？

这是因为它具备了两个条件：一是反弹道导弹自身载有战斗部(通常为核弹头)，只要能把它送到离洲际导弹一定的距离范围内（即反弹道导弹弹头的有效杀伤半径内爆炸)，就可以摧毁洲际导弹；二是反弹道导弹也需要有弹载制控装置和地面雷达引导，才能使它沿着正确的弹道飞向洲际导弹。

反弹道导弹摧毁洲际导弹是个很复杂的过程。它的简单作战程序是：当敌方发射洲际导弹后，首先由预警系统及早发现和捕获它（目前该系统由预警卫星和远程警戒或搜索雷达组成)，并迅速把目标信息传递到国家防御指控中心，电子计算机立即算出洲际导弹的弹道和弹着点，此时，反导弹系统中的目标跟踪雷达就开始工作，不断地精密跟踪并正确地识别真假目标，计算机把来自雷达的信息进行运算，估算反弹道导弹的截击点位置，在进行火力分配后由指控中心下达指令，发射反弹道导弹，再由制导雷达跟踪反弹道导弹，保证它沿规定的弹道飞向目标，如发生偏差，就由地面发出指令，给予纠偏。当反弹道导弹达到预定的截击点时，制导雷达就及时发出引爆指令，使弹头爆炸而摧毁来袭的洲际导弹。由于单个反弹道导弹的命中率较低，为了提高摧毁效率，一般需用2～3枚反弹道导弹同时实施截击。

但是，用反弹道导弹摧毁洲际导弹，还不是很有效的办法。因为现在的洲际导弹，都装有各种能够突破或躲避对

方防御和拦截的装置。为此，人们正在探索更为有效的反洲际导弹的办法，如激光反导弹（又称光炮）等。

为什么光炮能打飞机，并有可能打洲际导弹？

二十世纪五十年代末，出现了激光技术。人们就设想用激光做成武器，象高射炮打飞机那样，用来打击空中或空间飞行的飞机或洲际导弹，这种用激光打飞机或洲际导弹的武器，俗称“光炮”。目前，光炮的雏型已经研制出来，能用来击落空中的靶机，这标志着光炮打飞机的应用为期不远了，打洲际导弹也变得日益有可能了。

为什么光炮能打飞机，并有可能打洲际导弹呢？

因为激光是利用激光器（固体的、液体的、气体的、等离子体的等）射出来的一种颜色很纯（即单色光）、方向性极好（即平行光）、能量高度集中（即亮度极高）的光束。激光的单色性，使它可以测到很远距离的目标；激光的亮度极高，比太阳表面的亮度还要高一百亿倍。把这种高亮度的激光会聚起来，在焦点附近就能产生几千度以至几万度的高温，在这样高的温度下，任何耐熔金属和坚硬材料都将在极短时间内熔化或气化。例如，把普通激光聚焦，不到半秒钟就可将焦点处的碳加热到8000°C 以上，一切材料在此温度下都将化为乌有；如将高能激光聚焦在钢板上，立即就会出现白

炽闪光，在千分之几秒钟内就可以把钢板打穿。这也说明，激光具有强大的破坏力。目前，除氢弹以外，还找不到另一种东西能够象激光器那样，把能量高度集中起来，达到这样大的破坏力。

光炮能打飞机（或导弹），就是通过精密跟踪和瞄准系统，把高能激光器射出的激光束，在短时间内照射到飞机（或导弹）上，使其某些要害部位被击穿或烧坏，从而失去作用。

用光炮打飞机或洲际导弹，主要优点就是能以光的速度（每秒 30 万公里）出击，只要对准了目标，可以在瞬间击中，不必象通常的武器那样，需要考虑射击提前量。在打洲际导弹时，可以使防御系统腾出更多的时间，对来袭导弹进行跟踪和识别。另外，它是非核武器，没有放射性污染的问题。

目前，用光炮打导弹，还有待于技术上的重大突破。首先是突破能量关，做出重量轻、体积小、能量更高的激光器。据估计，摧毁飞行中的洲际导弹，激光器的输出能量需要 10^9 焦耳，而现在只达到 10^7 焦耳，也就是说输出能量再需提高 100 倍。其次，需突破大气传输关，因为激光束通过大气层时会被空气分子吸收其辐射能量，从这一点讲，如能把光炮装于在大气层外轨道上运行的卫星（或飞船）上，则是十分理想的，国外也正在研究星载光炮问题。再次，激光束

很窄，照射到导弹上的光斑很小，这就需要对导弹的跟踪和瞄准十分精确，要做到这点是极为困难的，目前的雷达跟踪还没有达到所要求的精确度，人们还得作进一步的努力研究。

